

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
Σχολή Γεωπονικών Επιστημών
Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής & Αγροτικού Περιβάλλοντος
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
Αειφόρος Αγροτική Παραγωγή και Διαχείριση Περιβάλλοντος

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

«Εκτίμηση της αφθονίας τροφής για το Κιρκινέζι (*Falco naumanni*) σε καλλιέργειες βαμβακιού, καλαμποκιού και χέρσα της Θεσσαλίας και ανάλυση των τροφικών του προτιμήσεων.»



Μαρία Μακρή

Βόλος, 2015

«Εκτίμηση της αφθονίας τροφής για το Κιρκινέζι (*Falco naumanni*) σε καλλιέργειες βαμβακιού, καλαμποκιού και χέρσα της Θεσσαλίας και ανάλυση των τροφικών του προτιμήσεων.»

Μαρία Μακρή

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

Σφουγγάρης Αθανάσιος, Αναπληρωτής Καθηγητής Διαχείρισης Οικοτόπων και Βιοποικιλότητας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας (Επιβλέπων)

Δαναλάτος Νικόλαος, Καθηγητής Γεωργίας - Οικολογίας Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Παπαδόπουλος Νικόλαος, Καθηγητής Εφαρμοσμένης Εντομολογίας, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Copyright © ΜΑΡΙΑ ΜΑΚΡΗ, 2015

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας διατριβής, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναγράφεται η πηγή προέλευσης.

Η έγκριση της Μεταπτυχιακής Διατριβής Ειδίκευσης από το Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας δε δηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα της μεταπτυχιακής διατριβής μου Αν. Καθηγητή Αθανάσιο Σφουγγάρη, για την καθοδήγηση, την υποστήριξη και τις υποδείξεις του και κυρίως για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με έρευνα στο αγαπημένο μου αντικείμενο, των οικοσυστημάτων και βιοποικιλότητας. Ευχαριστώ επίσης τα μέλη της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής μου Καθηγητές Νικόλαο Παπαδόπουλο και Νικόλαο Δαναλάτο, για τη συμμετοχή τους στην αξιολόγηση της εργασίας αυτής. Επιπλέον, οφείλω να ευχαριστήσω ιδιαίτερα το Ζωολόγο-Ορνιθολόγο Δρ. Χαράλαμπο Αλιβιζάτο για την εργαστηριακή ανάλυση των δειγμάτων pellets και τη μετάδοση γνώσεων στο ξεχωριστό αυτό αντικείμενο. Ευχαριστώ τον Επικ. Καθηγητή Χρήστο Νάκα για τις συμβουλές ως προς τη στατιστική επεξεργασία και την Birdlife International για την παροχή χρήσιμων στοιχείων και χαρτών. Και βέβαια, χρωστάω ένα μεγάλο ευχαριστώ στους συνεργάτες και φίλους Χρήστο Χρηστάκη και Κώστα Βλαχόπουλο για τη συμπόρευση στην κοινή μας προσπάθεια. Ακόμη, ευχαριστώ τους David, Γεωργία, Νίκη, Αλεξάνδρα, Ραφαηλία, Στράτο, Δήμητρα και όλα τα παιδιά που βοήθησαν στην κοπιαστική δουλειά του πεδίου και του εργαστηρίου. Τέλος, ευχαριστώ για όλα την Ευγενία, το Γιώργο, τη Στέλλα και φυσικά τον Ιάσονα.

Για τον Ορέστη



Περίληψη

Η εντατικοποίηση της γεωργίας από τα μέσα του 20ού αιώνα έχει οδηγήσει την αγροτική βιοποικιλότητα σε σημαντική ύφεση, βλάπτοντας ιδιαίτερα την πανίδα Αρθροπόδων και την ορνιθοπανίδα της υπαίθρου. Ανάμεσα στα είδη που έχουν πληγεί από τη σύγχρονη γεωργική παραγωγή υψηλών εισροών και την αντικατάσταση του μωσαϊκού αγροτικού τοπίου από μονοκαλλιέργειες, βρίσκεται το Κιρκινέζι (*Falco naumanni*). Πρόκειται για ένα μικρόσωμο, εντομοφάγο, αποδημητικό, αρπακτικό πτηνό, το οποίο αναπαράγεται σε πολλές περιοχές της Ευρώπης κατά την εαρινή και θερινή περίοδο, ενώ μεταναστεύει για διαχείμαση στην υποσαχάρια Αφρική. Το γεράκι αυτό είναι στενά συνδεδεμένο με το αγροτικό τοπίο, καθώς κυνηγά τη λεία του στις καλλιέργειες και φωλιάζει στους οικισμούς της υπαίθρου. Οι πληθυσμοί του αντιμετώπισαν τα τελευταία χρόνια δραματική μείωση και υπεύθυνος για αυτό θεωρείται πρωτίστως ο μετασχηματισμός της γεωργίας, που συντέλεσε στη μείωση των τροφικών αποθεμάτων για το πουλί στα αγροτικά ενδιαίτηματα τροφοληψίας του. Στην περιοχή της Θεσσαλίας επιβιώνει το μεγαλύτερο τμήμα του πληθυσμού Κιρκινεζιών της Ελλάδας.

Η εργασία αυτή περιλαμβάνει εκτίμηση της αφθονίας τροφικών αποθεμάτων για το Κιρκινέζι σε διαφορετικούς τύπους αγροτικών οικοσυστημάτων περιοχής της Θεσσαλίας, που βρίσκεται στον πυρήνα της τροφοληπτικής συμπεριφοράς του πουλιού και ταυτόχρονη ανάλυση των διατροφικών επιλογών του, μελετώντας τροφικά υπολείμματά του. Η σύγκριση της εδαφικής ζωικής αφθονίας με χρήση παγίδων εδάφους κατέληξε πως τα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια, οι αγροαναπαύσεις και βοσκότοποι της περιοχής, ως κοινή κατηγορία ενδιαιτημάτων, διατηρεί μεγαλύτερη αφθονία, ποικιλότητα και πλούτο taxa, όσον αφορά τη γενική εδαφοκοινότητά της, όσο και την εδαφική κοινότητα Κολεοπτέρων ειδικότερα, σε σχέση με τις καλλιέργειες βαμβακιού και καλαμποκιού της περιοχής. Αντίστοιχα αποτελέσματα έδωσαν και οι καταμετρήσεις Ορθοπτέρων με γραμμικές διαδρομές στα ίδια χωράφια: στα βαμβάκια και καλαμπόκια καταμετρήθηκαν λιγότερα Ορθόπερα σε σχέση με τα χέρσα/ακαλλιέργητα τμήματα γης. Επιπλέον, επιβεβαιώθηκε πως οι κύριες κατηγορίες λείας του Κιρκινεζιού, κατά την αναπαραγωγική περίοδό του στη Θεσσαλία, είναι τα Ορθόπερα και τα Κολεόπερα, ενώ Μυρμήγκια, Δερμάπτερα, Σκολοπέντρες και μικρά Θηλαστικά συμπληρώνουν τη διαίτα του πουλιού.

Η αφθονία και διαθεσιμότητα τροφής για το Κιρκινέζι στους τύπους ενδιαιτημάτων που μελετήθηκαν, κρίθηκε μη ικανοποιητική. Οι εντατικές καλλιέργειες βαμβακιού και καλαμποκιού διατηρούν χαμηλούς πληθυσμούς πιθανής λείας για το πουλί, ενώ η πρόσβαση του πουλιού στη λεία αυτή είναι συχνά δύσκολη. Από την άλλη, τα χέρσα χωράφια διατηρούν

αφθονότερη λεία για το Κιρκινέζι, αλλά η σπανιότητά τους και η πυκνή δομή βλάστησής τους, την καθιστά πιθανόν μη διαθέσιμη.

Λέξεις κλειδιά: Αγροοικοσυστήματα, αγροτική βιοποικιλότητα, pitfall traps, pellets

Summary

Agricultural intensification has caused severe decline to farmland biodiversity, since the middle of the 20th century, mainly damaging its arthropod and bird fauna. Lesser Kestrel (*Falco naumanni*) is among the species most harmed by modern, high inputs, crop production and the replacement of a mosaic landscape by monoculture. This is a small, insectivorous, colonial bird of prey, which breeds in many European areas every spring to summer and migrates to overwinter in sub-Saharan Africa. This falcon is closely related to the rural landscape, as it hunts over crops and nests in human settlements. Recently, its populations have faced remarkable reduction, mainly due to changes in agriculture, that lead its prey numbers to depletion in its feeding habitats. The majority of Lesser Kestrel population of Greece colonizes villages in Thessaly region.

This is a study about Lesser Kestrel's prey abundance estimation, in different agro-ecosystems of Thessaly, in the core of the bird's foraging area and in the same time, diet analysis using pellets. There has been a comparison of epiedaphic fauna, using pitfall traps, between cotton and maize fields and fallow land. Fallows, as a highly heterogeneous land-use type, found to hold higher abundance, diversity and taxa richness than cotton and maize crops, concerning its general ground fauna and its terrestrial Coleoptera. Moreover, cotton and maize fields found to hold lower Orthoptera abundance than fallows, counted with line transects. In addition, this study confirmed that Orthoptera and Coleoptera constitute the bulk of Lesser Kestrel diet, in its breeding season in Thessaly, and Formicidae, Dermaptera, *Scolopendra* spp. and small Mammals supplement the bird's diet.

Prey abundance and prey availability is considered non-satisfactory in habitat types that are studied. Intensive cotton and maize crops maintain low prey populations that are often hard to access by the predator. On the other hand, fallow land retains more abundant but often unavailable prey for the Lesser Kestrel, because this habitat is scarce and sometimes inaccessible by the bird.

Key words: Agroecosystems, agrobiodiversity, pitfall traps, pellets

Εγώ, η Μαρία Μακρή, είμαι η συγγραφέας αυτής της Μ.Δ.Ε. Αυτή η Μ.Δ.Ε. αντικατοπτρίζει την έρευνα που έγινε από εμένα και δεν έχει υποβληθεί (εξ ολοκλήρου ή μέρος της) σαν προπτυχιακή διατριβή ή Μ.Δ.Ε. ή ως μέρος Διδακτορικής Διατριβής σε αυτό ή άλλο Προπτυχιακό ή Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Ιδρυμάτων Τριτοβάθμιας Εκπαίδευσης του εσωτερικού ή εξωτερικού. Όποια συνεργασία καθώς και το μέγεθος αυτής δηλώνονται επακριβώς στο αντίστοιχο πεδίο αυτής της διατριβής. Επίσης έχω διαβάσει όλες τις βιβλιογραφικές αναφορές που παρατίθενται στο τέλος.

Ως επιβλέπων της έρευνας που περιγράφεται σε αυτή τη διατριβή, δηλώνω ότι όλοι οι όροι του Εσωτερικού Κανονισμού του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος έχουν τηρηθεί από την κα Μαρία Μακρή.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	IV
Περίληψη	V
Summary	VII
Κατάλογος Πινάκων, Γραφημάτων, Εικόνων και Παραρτημάτων.....	XII
1 Ανασκόπηση βιβλιογραφίας.....	1
1.1 Αγροτικά οικοσυστήματα και βιοποικιλότητα	1
1.2 Αγροτική βιοποικιλότητα: Αρθρόποδα.....	4
1.3 Αγροτική βιοποικιλότητα: Πουλιά	6
1.4 Το Κιρκινέζι (<i>Falco naumanni</i>).....	8
1.4.1 Ταξινόμηση-Μορφολογία	8
1.4.2 Βιολογικός κύκλος.....	8
1.4.3 Φωλεοποίηση-Αναπαραγωγικές αποικίες-Διασπορά	11
1.4.4 Διατροφή.....	14
1.4.5 Ενδιαιτήματα τροφοληψίας	17
1.4.6 Εξάπλωση, απειλές και πληθυσμιακές τάσεις.....	20
2 Σκοπός της έρευνας	24
3 Υλικά και Μέθοδοι	26
3.1 Γενικά στοιχεία περιοχής έρευνας.....	26
3.2 Κλίμα-Μετεωρολογικά δεδομένα.....	27
3.3 Χρήσεις αγροτικής γης	29
3.4 Περιοχή Έρευνας.....	30
3.5 Σταθμοί δειγματοληψίας	31
3.6 Μέθοδοι δειγματοληψίας	32
3.6.1 Οι παγίδες παρεμβολής (pitfall traps) ως μέθοδος συλλογής εδαφόβιων Ασπονδύλων	32
3.6.2 Τοποθέτηση παγίδων παρεμβολής (pitfall traps).....	34
3.6.3 Οι γραμμικές διαδρομές (line transects) ως μέθοδος εκτίμησης πληθυσμών Ορθοπτέρων.....	35
3.6.4 Καταμετρήσεις Ορθοπτέρων	36
3.6.5 Τα εμέσματα (pellets) ως εργαλείο εκτίμησης των διατροφικών συνηθειών των αρπακτικών	37
3.6.6 Συλλογή pellets	38
3.6.7 Εργαστηριακή ανάλυση δειγμάτων	39
3.7 Στατιστική επεξεργασία	40
4 Αποτελέσματα.....	43

4.1	Παγίδες παρεμβολής (pitfall traps).....	43
4.1.1	Αφθονία Κολεοπτέρων παγίδων παρεμβολής	49
4.1.2	Ποικιλότητα Κολεοπτέρων παγίδων παρεμβολής.....	58
4.1.3	Άλλα taxa παγίδων παρεμβολής.....	60
4.2	Γραμμικές διαδρομές καταμέτρησης Ορθοπτέρων (Line transects).....	63
4.3	Εμετικά σύμπληκτα (Pellets).....	72
4.3.1	Προ-αναπαραγωγική περίοδος/Pair formation (σχηματισμός ζευγαριών-ωοτοκία) ..	82
4.3.2	Αναπαραγωγική περίοδος/Breeding (επώαση αυγών-ανατροφή νεοσσών).....	84
4.3.3	Μετα-αναπαραγωγική περίοδος/Post Breeding (εγκατάλειψη φωλιών-προ μετανάστευσης)	86
4.3.4	Στατιστική επεξεργασία αποτελεσμάτων ανάλυσης εμεσμάτων.....	88
4.3.5	Δείκτες ποικιλότητας.....	89
4.3.6	Στρατηγική Διατροφής (Feeding Strategy).....	91
5	Συζήτηση	94
5.1	Αφθονία Κολεοπτέρων, Ορθοπτέρων και γενική αφθονία	94
5.2	Αξιολόγηση ενδιαιτημάτων ως προς την διαθεσιμότητα τροφής για το Κιρκινέζι.....	99
5.3	Διατροφή Κιρκινεζιού κατά την αναπαραγωγική περίοδο στη Θεσσαλία.....	101
5.4	Διαθεσιμότητα τροφής σε συνδυασμό με τις διατροφικές επιλογές του Κιρκινεζιού	104
6	Συμπεράσματα.....	107
	Βιβλιογραφία	109
	Παραρτήματα.....	119

Κατάλογος Πινάκων, Γραφημάτων, Εικόνων και Παραρτημάτων

Πίνακας 1. Κατάταξη των κυριότερων καλλιεργειών φυτικής παραγωγής της Περιφέρειας Θεσσαλίας ανά συνολικά καλλιεργήσιμη έκταση (Περιφέρεια Θεσσαλίας, 2011).....	29
Πίνακας 2. Αριθμός χωραφιών και τύποι καλλιέργειας, όπου τοποθετήθηκαν παγίδες παρεμβολής (pitfall traps), κατά τις τρεις φάσεις του πειράματος. Ο αρχικός αριθμός παγίδων αφορά τις παγίδες που τοποθετήθηκαν στις καλλιέργειες, ενώ ο τελικός αριθμός παγίδων αφορά τις παγίδες που συμπεριλήφθηκαν στην ανάλυση.....	43
Πίνακας 3. Τα taxa που προσδιορίστηκαν από την ανάλυση των παγίδων παρεμβολής.....	44
Πίνακας 4. Ανάλυση διακύμανσης two-way ANOVA για την αφθονία Κολεοπτέρων στις παγίδες παρεμβολής.....	56
Πίνακας 5. Δείκτες α ποικιλότητας Κολεοπτέρων παγίδων παρεμβολής.....	58
Πίνακας 6. Αριθμός χωραφιών και τύποι καλλιέργειας, όπου πραγματοποιήθηκαν line transects κατά τις τρεις φάσεις του πειράματος.....	63
Πίνακας 7. Έλεγχος Mann-Whitney για τις καταμετρήσεις Ορθοπτέρων/transect στις τρεις δειγματοληπτικές φάσεις του πειράματος.....	64
Πίνακας 8. Έλεγχος Mann-Whitney για τις καταμετρήσεις Ορθοπτέρων/transect στους διαφορετικούς τύπους καλλιεργειών του πειράματος.....	65
Πίνακας 9. Έλεγχος Mann-Whitney καταμετρήσεων Ορθοπτέρων/transect για τις τρεις κατηγορίες μεγέθους, σε όλους τους τύπους καλλιεργειών και όλες τις φάσεις του πειράματος.....	65
Πίνακας 10. Έλεγχος Mann-Whitney για τις καταμετρήσεις Ορθοπτέρων/transect στις τρεις δειγματοληπτικές φάσεις του πειράματος για τις καλλιέργειες βαμβακιού και τα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια.....	67
Πίνακας 11. Έλεγχος Mann-Whitney για τις καταμετρήσεις Ορθοπτέρων/transect στις τρεις δειγματοληπτικές φάσεις του πειράματος για τα τρία μεγέθη Ορθοπτέρων στα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια.....	69
Πίνακας 12. Έλεγχος Mann-Whitney μεταξύ των Ορθοπτέρων ίδιου μεγέθους στις διαφορετικές δειγματοληπτικές φάσεις του πειράματος, στα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια.....	70
Πίνακας 13. Εκτίμηση πυκνότητας Ορθοπτέρων, όπως προκύπτουν από καταμετρήσεις με line transects, σε καλλιέργειες βαμβακιού και χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια, στις τρεις δειγματοληψίες του πειράματος.....	70
Πίνακας 14. Αριθμός εμεσμάτων (pellets) ανά δειγματοληψία και οικισμό στις τρεις χρονικές περιόδους.....	72
Πίνακας 15. Αριθμός εμεσμάτων και άτομα λείας στις τρεις χρονικές περιόδους.....	73
Πίνακας 16. Τα taxa που προσδιορίστηκαν από την ανάλυση των εμεσμάτων.....	74
Πίνακας 17. Ποσοστά εμεσμάτων που περιέχουν τις 7 κύριες κατηγορίες λείας, στα τρία διαστήματα της αναπαραγωγικής περιόδου του Κιρκινεζιού.....	81
Πίνακας 18. Συχνότητα εμφάνισης (καταμετρήσεις) για κάθε taxon που εντοπίστηκε στα εμέσματα του Κιρκινεζιού.....	81
Πίνακας 19. Αποτελέσματα ελέγχου χ^2 για την ανεξαρτησία.....	89
Πίνακας 20. Δείκτες ποικιλότητας για τις κατηγορίες λείας που βρέθηκαν στα pellets, κατά τις τρεις φάσεις της αναπαραγωγικής περιόδου του Κιρκινεζιού.....	89
Πίνακας 21. T-test ποικιλότητας μεταξύ των δεικτών Shannon για το περιεχόμενο των εμεσμάτων των τριών φάσεων της αναπαραγωγικής περιόδου του Κιρκινεζιού, καθώς και του συνολικού δείκτη Shannon.....	91

Γράφημα 1. Συνολικές συλλήψεις ατόμων με παγίδες παρεμβολής (pitfall traps).	43
Γράφημα 2. Συλλήψεις ατόμων με παγίδες παρεμβολής (pitfall traps) σε % ποσοστά, (α)συνολικά, (β)1η δειγματοληψία, (γ)2η δειγματοληψία, (δ)3η δειγματοληψία.	46
Γράφημα 3. Συλλήψεις ατόμων με παγίδες παρεμβολής (pitfall traps) σε % σωρευμένες στήλες, (α)συνολικά για τους διαφορετικούς τύπους καλλιιεργειών του πειράματος, (β)στις καλλιιεργείες βαμβακιού για τις τρεις δειγματοληψίες του πειράματος, (γ)στις καλλιιεργείες καλαμποκιού για τις δύο δειγματοληψίες του πειράματος, (δ)στα χέρσα/ακαλλιιεργήτα χωράφια για τις τρεις δειγματοληψίες του πειράματος.	47
Γράφημα 4. Μέση αφθονία οργανισμών (σε άτομα/100παγιδιοημέρες) και μέση αφθονία οργανισμών ανά taxon (σε άτομα/100παγιδιοημέρες) παγίδων παρεμβολής, για τις δειγματοληψίες και τους τύπους καλλιιεργείας του πειράματος.	48
Γράφημα 5. Συνολική σχετική αφθονία Κολεοπτέρων στις παγίδες παρεμβολής.	49
Γράφημα 6. Αφθονία Κολεοπτέρων παγίδων παρεμβολής (σε άτομα/100 παγιδιοημέρες), στις τρεις δειγματοληψίες του πειράματος (οι αριθμοί στην κορυφή κάθε στήλης αντιστοιχούν στον αριθμό χωραφιών της δειγματοληψίας).	50
Γράφημα 7. Boxplots συνολικής αφθονίας Κολεοπτέρων παγίδων παρεμβολής (σε άτομα/100 παγιδιοημέρες, λογαριθμική κλίμακα) για τις τρεις δειγματοληπτικές φάσεις του πειράματος. Ο αριθμός χωραφιών και οι στατιστικές σημαντικές διαφορές απεικονίζονται στο γράφημα.	50
Γράφημα 8. Αφθονία Κολεοπτέρων ανά οικογένεια και δειγματοληψία(σε άτομα/100 παγιδιοημέρες).	51
Γράφημα 9. Boxplots συνολικής αφθονίας Κολεοπτέρων παγίδων παρεμβολής (σε άτομα/100 παγιδιοημέρες, λογαριθμική κλίμακα) για τους διαφορετικούς τύπους καλλιιεργειών του πειράματος. Ο αριθμός χωραφιών και η στατιστική σύγκριση απεικονίζονται στο γράφημα.	51
Γράφημα 10. Μέσος όρος και τυπικό σφάλμα αφθονίας οικογενειών Κολεοπτέρων παγίδων παρεμβολής (σε άτομα/100 παγιδιοημέρες, λογαριθμική κλίμακα) για τους διαφορετικούς τύπους καλλιιεργειών του πειράματος. Ο αριθμός οικογενειών για κάθε καλλιιεργεία και η στατιστική τους σύγκριση απεικονίζονται στο γράφημα.	52
Γράφημα 11. (α)Συνολική σχετική αφθονία Κολεοπτέρων (σε άτομα/100 παγιδιοημέρες), στους διαφορετικούς τύπους καλλιιεργειών του πειράματος. (β)Αφθονία Κολεοπτέρων (σε άτομα/100 παγιδιοημέρες) στις καλλιιεργείες βαμβακιού, για κάθε δειγματοληψία του πειράματος. (γ)Αφθονία Κολεοπτέρων (σε άτομα/100 παγιδιοημέρες) στις καλλιιεργείες καλαμποκιού, για κάθε δειγματοληψία του πειράματος. (δ)Αφθονία Κολεοπτέρων (σε άτομα/100 παγιδιοημέρες) στα χέρσα/ακαλλιιεργήτα χωράφια, για κάθε δειγματοληψία του πειράματος (οι αριθμοί στην κορυφή κάθε στήλης αντιστοιχούν στον αριθμό χωραφιών).	53
Γράφημα 12. Boxplots συνολικής αφθονίας Κολεοπτέρων παγίδων παρεμβολής (σε άτομα/100 παγιδιοημέρες) για τις καλλιιεργείες βαμβακιού (α) και χέρσων/ακαλλιιεργήτων χωραφιών (β), των τριών δειγματοληψιών του πειράματος (ο αριθμός χωραφιών και η στατιστική σύγκριση απεικονίζονται στο γράφημα). Μέσος όρος και τυπικό σφάλμα αφθονίας οικογενειών Κολεοπτέρων παγίδων παρεμβολής (σε άτομα/100 παγιδιοημέρες, λογαριθμική κλίμακα) για τις καλλιιεργείες βαμβακιού (γ) και τα χέρσα/ακαλλιιεργήτα χωράφια (δ) του πειράματος (ο αριθμός οικογενειών για κάθε δειγματοληψία και η στατιστική τους σύγκριση απεικονίζονται στο γράφημα).	54
Γράφημα 13. Boxplots αφθονίας Κολεοπτέρων και μέσοι όροι αφθονίας οικογενειών Κολεοπτέρων για τις καλλιιεργείες 1ης,2ης και 3ης δειγματοληψίας (σε άτομα/100 παγιδιοημέρες, λογαριθμική κλίμακα).	55
Γράφημα 14. Γράφημα μέσων όρων ανάλυσης διακύμανσης two-way ANOVA, στον άξονα X απεικονίζονται τα επίπεδα του παράγοντα "δειγματοληψία" της ανάλυσης.	56

Γράφημα 15. Boxplots αφθονίας Κολεοπτέρων >8mm παγίδων παρεμβολής (σε άτομα/100 παγιδοημέρες, λογαριθμική κλίμακα) για τους διαφορετικούς τύπους καλλιεργειών του πειράματος. Ο αριθμός χωραφιών και η στατιστική σύγκριση απεικονίζονται στο γράφημα.....	57
Γράφημα 16. Ποικιλότητα Κολεοπτέρων παγίδων παρεμβολής ανά καλλιέργεια και δειγματοληψία, όπου $S=\text{taxa}$, $N=\text{αριθμός ατόμων}$, $D=\text{dominance}$, $1-D=\text{δείκτης Simpson}$, $H=\text{δείκτης Shannon}$, $\exp(H)/S=\text{evenness}$	59
Γράφημα 17. Δενδρόγραμμα ανάλυσης ομαδοποίησης (cluster analysis) με χρήση του δείκτη Bray-curtis (αλγόριθμος UPGMA), της αφθονίας και ποικιλότητας Κολεοπτέρων των παγίδων παρεμβολής, ανά καλλιέργεια και δειγματοληψία.	60
Γράφημα 18. Μέσος όρος και τυπικό σφάλμα αφθονίας Gryllidae παγίδων παρεμβολής (σε άτομα/100παγιδοημέρες), ανά δειγματοληψία και ανά καλλιέργεια. Ο αριθμός χωραφιών και η στατιστική σύγκριση απεικονίζονται στο γράφημα.	60
Γράφημα 19. Μέσος όρος και τυπικό σφάλμα αφθονίας Δερμαπτέρων παγίδων παρεμβολής (σε άτομα/100παγιδοημέρες), ανά δειγματοληψία και ανά καλλιέργεια. Ο αριθμός χωραφιών απεικονίζεται στο γράφημα.....	61
Γράφημα 20. Μέσος όρος και τυπικό σφάλμα αφθονίας Χειλοπόδων παγίδων παρεμβολής (σε άτομα/100παγιδοημέρες), ανά δειγματοληψία και ανά καλλιέργεια. Ο αριθμός χωραφιών απεικονίζεται στο γράφημα.....	62
Γράφημα 21. Μέσος όρος και τυπικό σφάλμα καταμετρημένων Ορθοπτέρων/transect για τις τρεις δειγματοληψίες του πειράματος. Ο αριθμός χωραφιών και η στατιστική σύγκριση απεικονίζονται στο γράφημα.	63
Γράφημα 22. Μέσος όρος και τυπικό σφάλμα καταμετρημένων Ορθοπτέρων/transect για τους διαφορετικούς τύπους καλλιεργειών του πειράματος. Ο αριθμός χωραφιών και η στατιστική σύγκριση απεικονίζονται στο γράφημα.....	64
Γράφημα 23. Μέσος όρος και τυπικό σφάλμα καταμετρημένων Ορθοπτέρων/transect για όλους τους τύπους καλλιεργειών και όλες τις δειγματοληψίες, σύμφωνα με το μέγεθός τους. Η στατιστική σύγκριση απεικονίζεται στο γράφημα.....	65
Γράφημα 24. Μέσος όρος και τυπικό σφάλμα καταμετρημένων Ορθοπτέρων/transect στους διαφορετικούς τύπους καλλιεργειών της 1ης δειγματοληψίας του πειράματος.....	66
Γράφημα 25. Μέσος όρος και τυπικό σφάλμα καταμετρημένων Ορθοπτέρων/transect στους διαφορετικούς τύπους καλλιεργειών της 2ης δειγματοληψίας του πειράματος.....	66
Γράφημα 26. Μέσος όρος και τυπικό σφάλμα καταμετρημένων Ορθοπτέρων/transect στους διαφορετικούς τύπους καλλιεργειών της 3ης δειγματοληψίας του πειράματος.....	67
Γράφημα 27. Μέσος όρος και τυπικό σφάλμα καταμετρήσεων Ορθοπτέρων κατά την 1η δειγματοληπτική φάση σε χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια.	68
Γράφημα 28. Μέσος όρος και τυπικό σφάλμα καταμετρήσεων Ορθοπτέρων κατά την 2η δειγματοληπτική φάση σε χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια.	68
Γράφημα 29. Μέσος όρος και τυπικό σφάλμα καταμετρήσεων Ορθοπτέρων κατά την 3η δειγματοληπτική φάση σε χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια.	69
Γράφημα 30. Συνολικός αριθμός ατόμων λείας για τα taxa που προσδιορίστηκαν κατά την ανάλυση εμεσμάτων.....	75
Γράφημα 31. Ποσοστό % αριθμού ατόμων στα εμέσματα για κάθε taxon και περίοδο.....	77
Γράφημα 32. Ποσοστό % συνολικού αριθμού ατόμων λείας για τα taxa που βρέθηκαν στα εμέσματα.	77
Γράφημα 33. Ποσοστό % συνολικού αριθμού ατόμων λείας που βρέθηκαν στα εμέσματα σε ευρύτερες ταξινομικές κατηγορίες.	78
Γράφημα 34. Ποσοστό Αρθροπόδων στον συνολικό αριθμό ατόμων λείας που βρέθηκαν στα εμέσματα.	79

Γράφημα 35. Καταμετρήσεις για κάθε taxon και περίοδο.	80
Γράφημα 36. Ποσοστό % συνολικού αριθμού ατόμων λείας την περίοδο σχηματισμού ζευγαριών-ωοτοκίας.	83
Γράφημα 37. Ποσοστό % συνολικού αριθμού ατόμων λείας την περίοδο σχηματισμού ζευγαριών-ωοτοκίας (ευρύτερες ταξινομικές κατηγορίες).	84
Γράφημα 38. Ποσοστό % συνολικού αριθμού ατόμων λείας την περίοδο αναπαραγωγής-επώασης αυγών-ανατροφής νεοσσών.	85
Γράφημα 39. Ποσοστό % συνολικού αριθμού ατόμων λείας την περίοδο αναπαραγωγής-επώασης αυγών-ανατροφής νεοσσών (ευρύτερες ταξινομικές κατηγορίες).	86
Γράφημα 40. Ποσοστό % συνολικού αριθμού ατόμων λείας την περίοδο διάλυσης φωλιών-προ μετανάστευσης.	87
Γράφημα 41. Ποσοστό % συνολικού αριθμού ατόμων λείας την περίοδο διάλυσης φωλιών-προ μετανάστευσης (ευρύτερες ταξινομικές κατηγορίες).	88
Γράφημα 42. (α) Δείκτες Shannon (H) και (β) evenness = e^H/S , όπου S ο αριθμός των taxa, για τις διατροφικές επιλογές του Κιρκινεζιού κατά την αναπαραγωγική περίοδο, που προκύπτουν από την ανάλυση εμεσμάτων.	90
Γράφημα 43. Διατροφική στρατηγική και σημαντικότητα κατηγοριών λείας, κατά Amundsen <i>et al.</i> , (1996).	91
Γράφημα 44. Σχετική αφθονία λείας, ειδική για κάθε κατηγορία (%P=%prey-specific abundance) σε συνάρτηση με τη σχετική συχνότητα εμφάνισης κάθε κατηγορίας λείας (%F=%frequency of occurrence), που προκύπτουν από την ανάλυση pellets, για τη συνολική αναπαραγωγική περίοδο του Κιρκινεζιού.	93
Εικόνα 1. Ζεύγος Κιρκινεζιών σε τεχνητή φωλιά (© Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας 2015).	9
Εικόνα 2. Επώαση αυγών από θηλυκό Κιρκινέζι σε τεχνητή φωλιά (© Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας 2015).	9
Εικόνα 3. Παροχή τροφής σε νεοσσούς στην τεχνητή φωλιά (© Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας 2015).	10
Εικόνα 4. Θηλυκό Κιρκινέζι με Ορθόπτερο στο στόμα στην τεχνητή φωλιά (© Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας 2015).	14
Εικόνα 5. Παροχή τροφής από το αρσενικό Κιρκινέζι, κατά την επώαση των αυγών στην τεχνητή φωλιά (© Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας 2015).	15
Εικόνα 6. Παγκόσμια εξάπλωση του Κιρκινεζιού (<i>Falco naumanni</i>). (Birdlife International 2014, επεξεργασία από Κ. Βλαχόπουλο).	21
Εικόνα 7. Αναπαραγωγικές αποικίες Κιρκινεζιού στη Θεσσαλία, 2013-2014 (Βλαχόπουλος, <i>et al.</i> , 2014).	23
Εικόνα 8. Χρήσεις γης στο γεωγραφικό διαμέρισμα Θεσσαλίας (Περιφέρεια Θεσσαλίας, 2011).	26
Εικόνα 9. Κλιματικό γράφημα Λάρισας. (Πηγή: http://www.larissa.climatemps.com/graph.php).	27
Εικόνα 10. Μέγιστη εβδομαδιαία θερμοκρασία, ελάχιστη εβδομαδιαία θερμοκρασία και βροχόπτωση στην περιοχή έρευνας, από τον Κρατικό Αερολιμένα Λάρισας (Πηγή: http://www.weatheronline.co.uk).	28
Εικόνα 11. Περιοχή του προγράμματος LIFE για το Κιρκινέζι (LIFE11NAT/GR/001011).	30
Εικόνα 12. Σταθμοί δειγματοληψίας του πειράματος (επιλογή θέσης των σταθμών, με το ArcGIS 10 από Χρ.Χρηστάκη).	32
Εικόνα 13. Παγίδες παρεμβολής.	34
Εικόνα 14. Διάταξη παγίδων παρεμβολής στο πεδίο.	34
Εικόνα 15. Pellet Κιρκινεζιού.	38

Εικόνα 16. Εξαρτήματα Εντόμων που απομονώθηκαν από pellets Κιρκινεζιού, όπως φαίνονται στο στερεομικροσκόπιο.	39
Εικόνα 17. Εργαστηριακή επεξεργασία περιεχομένου παγίδων παρεμβολής.....	39
Εικόνα 18. Γενικός σχεδιασμός πειράματος.	42
 Παράρτημα I. Συντεταγμένες σταθμών δειγματοληψιών του πειράματος.	119
Παράρτημα II. Δειγματοληψίες εμεσμάτων (pellets) κατά την περίοδο πριν την αναπαραγωγή.	121
Παράρτημα III. Δειγματοληψίες εμεσμάτων (pellets) στη διάρκεια της αναπαραγωγής.	121
Παράρτημα IV. Δειγματοληψίες εμεσμάτων (pellets) κατά την περίοδο μετά την αναπαραγωγή.	121
Παράρτημα V. Κολεόπτερα παγίδων παρεμβολής (σε άτομα/100παγιδοημέρες) ανά taxon και δειγματοληψία.	122
Παράρτημα VI. Κολεόπτερα παγίδων παρεμβολής (σε άτομα/100παγιδοημέρες) ανά taxon, καλλιέργεια και δειγματοληψία.	122
Παράρτημα VII. Σχετική αφθονία (%N) και σχετική συχνότητα εμφάνισης (%F) για κάθε taxon που εντοπίστηκε στα εμέσματα Κιρκινεζιών κατά τις τρεις φάσεις (προ-αναπαραγωγική, αναπαραγωγική, μετα-αναπαραγωγική) της περιόδου αναπαραγωγής του πουλιού στην περιοχή έρευνας το 2014. ...	123

1 Ανασκόπηση βιβλιογραφίας

1.1 Αγροτικά οικοσυστήματα και βιοποικιλότητα

Τα αγροοικοσυστήματα (γεωργική γη και βοσκότοποι) καταλαμβάνουν σήμερα περί το 40% των χερσαίων εκτάσεων του πλανήτη (Foley, et al., 2005). Αφενός η αλλαγή χρήσεων γης και η μετατροπή τεράστιων εκτάσεων σε καλλιέργειες και αφετέρου η ‘πράσινη επανάσταση’, που περιλαμβάνει βελτιωμένες ποικιλίες, χημικά λιπάσματα και γεωργικά φάρμακα, εκμηχάνιση και άρδευση, οδήγησαν σε αλματώδη αύξηση την παγκόσμια γεωργική παραγωγή, ώστε αυτή να καλύπτει τις διατροφικές και όχι μόνο ανάγκες του υπεραυξημένου ανθρώπινου πληθυσμού του πλανήτη. Ωστόσο, η παραπάνω συνθήκη συμβαδίζει με ανυπολόγιστο περιβαλλοντικό κόστος.

Κάθε αγροτικό οικοσύστημα αποτελεί μια ενδιάμεση κατάσταση μεταξύ ενός φυσικού οικοσυστήματος (χαμηλές εισροές και εκροές, συντηρητικοί βιογεωχημικοί κύκλοι) και ενός αστικού/βιομηχανικού συστήματος. Ανάλογα με το ποσό της ύλης και της ενέργειας που διακινούνται στο αγρο-οικοσύστημα, καθώς και το βαθμό ενδογενούς βιολογικού ελέγχου του συστήματος, τροποποιούνται λιγότερο ή περισσότερο οι φυσικές οικολογικές διεργασίες που συμβαίνουν εντός του (House & Brust, 1989). Οι σύγχρονες καλλιέργειες είναι εντατικά συστήματα παραγωγής, άμεσα εξαρτώμενα από τη μηχανική κατεργασία σε συνδυασμό με εισροές αγροχημικών, ώστε να ισοσταθμίζονται συνεχώς τα ποσοστά εκροών τους (McLaughlin & Mineau, 1995). Η αγρο-βιοποικιλότητα μπορεί να διακριθεί στην ανθρωπογενή, δηλαδή τα φυτά και ζώα που επιλέγει να εισάγει ο αγρότης στο οικοσύστημα και στη φυσική χλωρίδα και πανίδα του εδάφους, του αέρα, του νερού και κάθε μικροενδιαιτήματος στο οικοσύστημα (Jackson, et al., 2007).

Παρότι δεν υπάρχει γραμμική σχέση εντατικοποίησης της γεωργίας και απώλειας πλούτου ειδών (Burel, et al., 1998), εντούτοις η γεωργία κατά κανόνα ‘απλοποιεί’ τα οικοσυστήματα (Sponsel, 2001) και έχει αναγνωριστεί ως ένας από τους μεγαλύτερους συντελεστές απώλειας βιοποικιλότητας παγκοσμίως (McLaughlin & Mineau, 1995). Μάλιστα, η σύγχρονη αντίληψη της βιοποικιλότητας καλύπτει, πέρα από τον πλούτο ειδών σε μια περιοχή και την ποικιλία γενοτύπων, λειτουργικών ομάδων, κοινοτήτων, βιοτόπων και οικοσυστημάτων στην περιοχή (Haines-Young, 2009), ενώ οι επιπτώσεις της εντατικοποιημένης και εκβιομηχανοποιημένης γεωργίας στη βιοποικιλότητα είναι δυνατόν να είναι έμμεσες ή λιγότερο εμφανείς από ότι κατά το παρελθόν (Krebs, et al., 1999).

Γεγονός είναι, πως τα τελευταία 40 χρόνια η γεωργική βιοποικιλότητα έχει οδηγηθεί σε σημαντική ύφεση, με καταγεγραμμένες δραματικές μειώσεις πουλιών, ασπόνδυλων,

φυτών κλπ¹, ενώ κάποια είδη έχουν πλέον εξαφανιστεί εντελώς από πολλές περιοχές της ευρωπαϊκής υπαίθρου (Krebs, et al., 1999). Ειδικά τα πουλιά του αγρού έχουν μειωθεί περισσότερο από κάθε άλλη ομάδα πουλιών στην Ευρώπη (Birdlife, 2004), ενώ η πτώση στους αριθμούς πουλιών αντικατοπτρίζει παράλληλη μείωση στους αριθμούς ασπόνδυλων ή πληθυσμών φυτών από τα οποία εξαρτώνται τροφικά. Πέρα από την άμεση απώλεια βιοποικιλότητας σε επίπεδο αφθονίας και πλούτου ειδών, η εντατικοποίηση της γεωργίας συνεπάγεται πληθώρα λειτουργικών αποκρίσεων από την πλευρά των οικοσυστημάτων (Burel, et al., 1998), έτσι οι βιοκοινότητες είναι δυνατόν να ισορροπούν, μέσω αντικατάστασης ειδών με άλλα, προσαρμοστικά ή λιγότερο ευαίσθητα στο σύγχρονο αγροτικό περιβάλλον.

Με την παραδοχή πως η βιοποικιλότητα δεν είναι απλή συλλογή ειδών, αλλά αναφέρεται στην ποικιλία της ζωής –σύνθεση, δομή, διαδικασίες–, που οργανώνεται σε όλα τα επίπεδα βιολογικής και περιβαλλοντικής κλίμακας, από τα γονίδια έως τα οικοσυστήματα και τα τοπία (Kim, 1993; Swingland, 2001), η μεταβολή, ο κατακερματισμός ή η καταστροφή ενδιαιτημάτων σε επίπεδο τοπίου, είναι σημαντική επίπτωση της σύγχρονης εκμηχανισμένης γεωργίας μεγάλων εκτάσεων. Συνεπώς, είναι σκόπιμο, η αμφίδρομη σχέση γεωργίας και βιοποικιλότητας να μελετάται από κοινού σε επίπεδο καλλιεργητικών πρακτικών, αλλά και βαθμού ομοιογένειας τοπίου (Weibull & Östman, 2003; Haines-Young, 2009).

Ένα αγροοικοσύστημα ήπιας διαχείρισης, που προσομοιάζει σε φυσικό οικοσύστημα (με χρήση χαμηλών εισροών και μικρής κατεργασίας εδάφους), οδηγεί σε θετικές αγρονομικές επιδράσεις όπως ομαλή, συντηρητική ανακύκλωση θρεπτικών, αργή αποικοδόμηση φυτικών υπολειμμάτων, με αποτέλεσμα τη διατήρηση της εδαφικής υγρασίας και των δραστηριοτήτων βιολογικού ελέγχου, όπως η θήρευση εχθρών των καλλιεργειών από αρπακτικά είδη ή η κατανάλωση ζιζανίων από φυτοφάγα (House & Brust, 1989). Αντίθετα, η διαταραχή/διακοπή των κύκλων C, N, P και νερού, δυσχεραίνει την πρόσληψη απαραίτητων θρεπτικών από τα φυτά και έχει πρώτα από όλα επίπτωση στην πρωτογενή παραγωγικότητα της καλλιέργειας. Οι ελλείψεις αντικαθίστανται με εισροές (βασισμένες σε καύσιμα), οι οποίες τελικά αντικαθιστούν τους φυσικούς κύκλους και διαδικασίες (Neher, 1999). Καλλιέργειες καλαμποκιού με εγκαταλειμμένα φυτικά υπολείμματα στο χωράφι, οδήγησαν σε υψηλά επίπεδα N στο έδαφος, υψηλή εδαφική υγρασία και υψηλή αποικοδόμηση και συνεπώς υγιείς βιογεωχημικούς κύκλους και πολυπλοκότερα τροφικά πλέγματα, ενώ η εδαφοπανίδα Αρθροπόδων επηρεάστηκε θετικά (House & Brust, 1989). Επομένως, είναι δυνατόν η γεωργία να εμπλουτίζει τον πλούτο και την αφθονία της εδαφοπανίδας, και τη

¹ Μείωση γεωργικής βιοποικιλότητας καταγράφεται και στην ανθρωπογενή ποικιλότητα, όπως απώλεια παραδοσιακών ποικιλιών φυτών ή φυλών οικόσιτων ζώων.

βιοποικιλότητα εν γένει, με χρήση ήπιων διαταραχών. Παρότι είναι δύσκολο να επιτευχθεί μακροπρόθεσμη ισορροπία, λόγω της ασταθούς φύσης των αγροοικοσυστημάτων, η μεγάλη ποικιλότητα (συνδυασμός πλούτου ειδών και ομαλότητας κατανομών τους) των τροφικών ομάδων στα εδαφικά τροφικά πλέγματα των αγροοικοσυστημάτων και οι μακρύτερες τροφικές αλυσίδες, αντιστοιχούν σε βελτιωμένη οικοσυστημική λειτουργία (Neher, 1999).

Η εγκατάλειψη πρακτικών όπως σχεδιασμός φυτοφραχτών ή ακαλλιέργητα περιθώρια στις σύγχρονες καλλιέργειες, ευθύνεται επίσης για τη μείωση του δυναμικού άγριας ζωής στο αγροτικό τοπίο (McLaughlin & Mineau, 1995). Η ολοκληρωτική ζιζανιοκτονία αφαιρεί χλωριδική ποικιλότητα από το αγροτικό οικοσύστημα και συνδέεται με έμμεσες συνέπειες στους ζωικούς οργανισμούς, όπως απώλεια τροφής ή/και απώλεια θέσεων φωλεοποίησης, ωοτοκίας, διαχείμασης, προνυμφικής ανάπτυξης (Weibull & Östman, 2003). Τα γραμμικά, ημι-φυσικά ενδιαιτήματα που σχηματίζονται στα όρια των καλλιεργειών, αποτελούν καταφύγια για την άγρια ζωή (Marshall & Moonen, 2002), διατηρούν υψηλή ποικιλότητα οργανισμών όπως Αρθρόποδα και άλλα ασπόνδυλα (Maudsley, 2000; Meek, et al., 2002), ενώ το 63% όλων των ζωικών ειδών των αγροοικοσυστημάτων (εκτός από την εδαφοπανίδα) εξαρτάται από τέτοιες ημι-φυσικές νησίδες μέσα στο αγροτικό τοπίο (Duelli & Obrist, 2003). Σε αυτά τα ενδιαιτήματα επιβιώνουν είδη Εντόμων ευεργετικά για τις καλλιέργειες, ως φυσικοί παράγοντες ελέγχου έναντι στους εχθρούς των καλλιεργειών, καθώς επίσης και είδη σημαντικά για τη διατροφή της орνιθοπανίδας του αγρού (Thomas & Marshall, 1999), ενώ σε αυτά τα μικροπεριβάλλοντα επιβιώνουν και σπανιότερα φυτικά και ζωικά taxa (Henckel, et al., 2015).

Η ετερογένεια του αγροτικού τοπίου, ωφελεί κατά κανόνα τη βιοποικιλότητα, καθώς σε ετερογενή τοπία ο αριθμός (μικρο-)ενδιαιτημάτων, με διαφορετικές συνθήκες και μικροκλίμα το καθένα, είναι μεγαλύτερος, οπότε υπάρχει ποικιλία οικοθέσεων και άρα πλούτος ειδών (Weibull & Östman, 2003). Το μικρό μέγεθος αγροτεμαχίων, η ύπαρξη ακαλλιέργητων περιθωρίων και φυτοφραχτών, οι συγκαλλιέργειες και οι αμειψισπορές, η διατήρηση αγραναπαύσεων και χέρσων εκτάσεων, η συνύπαρξη καλλιεργειών με φυσικούς λειμώνες και βοσκοτόπους, όλα ενισχύουν την αύξηση της ετερογένειας του αγροτικού τοπίου. Παραδοσιακά, το μεσογειακό αγροτικό τοπίο ήταν ένα τέτοιο μωσαϊκό βιοτόπων και ενδιαιτημάτων που διατηρούσε υψηλή βιοποικιλότητα. Η συνύπαρξη των αγροτών με τη χλωρίδα και πανίδα της περιοχής αποτελεί σχέση χιλιετιών και συχνά η εγκατάλειψη των αγροτικών δραστηριοτήτων από τον άνθρωπο (π.χ. εγκατάλειψη ορεινής και ημι-ορεινής γεωργίας) λειτούργησε αρνητικά για την χλωριδική και πανιδική αγροτική ποικιλότητα (Zamora, et al., 2007).

Γενικά, η βιοποικιλότητα είναι υψηλότερη στα λιγότερο εντατικά καλλιεργούμενα περιβάλλοντα. Εκτός από τις επιπτώσεις των βιοκτόνων αγροχημικών και των υπόλοιπων καλλιεργητικών πρακτικών, η διακύμανση στην ποικιλότητα των οργανισμών συχνά εξαρτάται από τη βιοποικιλότητα των γειτονικών περιοχών (μωσαϊκό τοπίο), παρά από καθαυτές τις τεχνικές διαχείρισης του κάθε αγρού (Duelli, et al., 1999).

1.2 Αγροτική βιοποικιλότητα: Αρθρόποδα

Έχοντας επιβιώσει για περισσότερα από 400εκ. χρόνια, τα Αρθρόποδα είναι οι πλέον επιτυχημένοι και ποικιλόμορφοι οργανισμοί και μαζί με άλλα ασπόνδυλα, αποτελούν περισσότερα από τα $\frac{3}{4}$ της σημερινής βιοποικιλότητας. Καταλαμβάνουν ποικίλες οικοθέσεις και έχουν βρεθεί σε κάθε περιβάλλον και ενδιαίτημα, σε όλα τα μέσα και υποστρώματα (αέρα, νερό, έδαφος). Τα Αρθρόποδα είναι σημαντικά συστατικά των οικοσυστημάτων και κύριοι λειτουργικοί παράγοντες των διεργασιών που συντελούνται σε αυτά, όπως επικονίαση, αποικοδόμηση, βιολογικός έλεγχος, κ.λπ. (Kim, 1993). Σε ένα αγρο-οικοσύστημα συναντώνται ως φυτοφάγα, αποικοδομητές, αρπακτικά, επικονιαστές (Jeanneret, et al., 2005). Από τα Κολεόπτερα, οι οικογένειες Scarabaeidae, Silphidae και Dermestidae είναι απαραίτητες για την ανακύκλωση της ύλης στο οικοσύστημα, ενώ άλλα όπως τα Carabidae, Coccinellidae και Dytiscidae είναι αποτελεσματικοί θηρευτές και ελέγχουν τους πληθυσμούς των φυτοφάγων εχθρών των καλλιεργειών (Kim, 1993). Η δομική βιοποικιλότητα των αγροτικών περιοχών φαίνεται να σχετίζεται με την ποικιλία λειτουργικών ρόλων και τον πλούτο ειδών της εδαφικής πανίδας Αρθροπόδων (Duelli, et al., 1999).

Η ένταση της διαχείρισης του αγρού από τον καλλιεργητή επηρεάζει σημαντικά την κοινότητα των Αρθροπόδων στο χωράφι (Jeanneret, et al., 2005), ενώ η μείωση αφθονίας και πλούτου ειδών Αρθροπόδων στα αγρο-οικοσυστήματα σχετίζεται με τη μείωση της ετερογένειας του αγροτικού τοπίου, την έλλειψη ακαλλιέργητων τμημάτων γης, τη μηχανική διατάραξη, τις αλλαγές στην εποχή των κατεργασιών και είναι άμεση ή έμμεση συνέπεια της χρήσης αγροχημικών (Woodcock, et al., 2005).

Τα εδαφόβια Αρθρόποδα, όπως τα Κολεόπτερα της οικογένειας Carabidae, επηρεάζονται αρνητικά από το όργωμα, ενώ η εποχή οργώματος του χωραφιού παίζει σημαντικό ρόλο, καθώς τα διαφορετικά αναπτυξιακά τους στάδια επηρεάζονται σε διαφορετικό βαθμό (Holland & Reynolds, 2003). Το όργωμα δυσχεραίνει ή θανατώνει επίσης τα διαχειμάζοντα εδαφικά Κολεόπτερα. Η ποικιλότητα των Carabidae διαφοροποιείται και από τη ζιζανιοκτονία, η οποία αν δεν τους προξενήσει άμεση θανάτωση, καταστρέφει τις θέσεις διαχείμασής τους και μειώνει τη λεία τους ή τις εναλλακτικές πηγές τροφής τους

(Menalled, et al., 2007). Άλλωστε, τα Carabidae και άλλοι πολυφάγοι άρπαγες, συμβάλλουν στον έλεγχο των ζιζανίων, καταναλώνοντας τα σπέρματα των ζιζανίων μετά τη διασπορά τους. Τα περισσότερα Carabidae είναι αρπακτικά άλλων ασπόνδυλων και κάποια θηρεύουν εχθρούς των καλλιεργειών, όπως αφίδες, ρυθμίζοντας τους πληθυσμούς τους (French & Elliott, 1999). Ήπιες καλλιεργητικές πρακτικές και η οργανική γεωργία εν γένει, έχουν συνδεθεί με μεγαλύτερο πλούτο και αφθονία ειδών της οικογένειας Carabidae, ενώ σε οργανικά χωράφια επιβιώνουν απειλούμενα ή/και στενοτοπικά είδη (Pfiffner & Luka, 2003). Επιπλέον, είναι δυνατόν τα Carabidae να χρησιμοποιούν τα χωράφια την περίοδο αύξησης της καλλιέργειας και τα ακαλλιέργητα περιθώρια των χωραφιών για διαχείμαση. Όσο μεγαλώνει το μέγεθος των αγροτεμαχίων, οι συνθήκες γίνονται λιγότερο ευνοϊκές για τα Carabidae, ενώ σε μεγάλα αγροτεμάχια εμφανίζονται είδη προσαρμοσμένα σε υψηλά επίπεδα οικοσυστημικής διατάραξης. Επίσης, το μέσο μέγεθος των ειδών μειώνεται και υπάρχει αντικατάσταση μακρύτερων ειδών από πιο μικρόσωμα, πιο κοινά και με μικρότερο βιολογικό κύκλο (Burel, et al., 1998). Τα εντομοκτόνα και άλλα αγροχημικά είναι καταστροφικά για τους πληθυσμούς Carabidae, αλλά και άλλων Κολεοπτέρων όπως Elateridae, Curculionidae, Staphylinidae (Wilson, et al., 1999).

Για τα Κολεόπτερα της οικογένειας Staphylinidae, οι καλλιέργειες με μειωμένη εδαφική κατεργασία και λιγότερες εφαρμογές φυτοφαρμάκων ευνοούν τον πλούτο και την αφθονία τους, ενώ μια ανεκτή από τον αγρότη πυκνότητα ζιζανίων, ευνοεί τις μικροκλιματικές συνθήκες για τα Staphylinidae, αντίθετα με το όργωμα, το οποίο μειώνει την πιθανή λεία τους (Krooss & Schaefer, 1998). Τα Staphylinidae είναι ωφέλιμα για τον αγρότη, καθώς θηρεύουν φυτοφάγους εχθρούς των καλλιεργειών, π.χ. των σιτηρών (Krooss & Schaefer, 1998). Από κοινού με άλλα Αρθρόποδα, χρησιμοποιούν τα ακαλλιέργητα τμήματα του χωραφιού και από κει διασπείρονται στο εσωτερικό των καλλιεργειών (Clough, et al., 2007). Τα κοπροφάγα Scarabaeidae της Μεσογείου, λόγω εξάλειψης των μεγάλων φυτοφάγων Θηλαστικών από τα δάση, έχουν μετακινηθεί στις ανοιχτές, πεδινές εκτάσεις και τρέφονται από τις απεκκρίσεις κοπαδιών οικόσιτων ζώων (Zamora, et al., 2007). Έχει παρατηρηθεί παρεμπόδιση της ανάπτυξης των προνυμφικών τους σταδίων και θάνατός τους, λόγω υπολειμμάτων φαρμάκων στα κόπρανα των αγελάδων (Wilson, et al., 1999).

Η τάξη των Ορθοπτέρων, παραδοσιακά θεωρείται εχθρική για τον αγρότη, καθώς περιλαμβάνει φυτοφάγα είδη, εντούτοις συνιστά σημαντικό τμήμα της δίαιτας πολλών θηρευτών, όπως πουλιά του αγρού, τα οποία ελέγχουν τους πληθυσμούς τους (Belovsky & Slade, 1993). Οι σημαντικότεροι παράγοντες που καθορίζουν την ποικιλότητα και τη διασπορά στα Ορθόπτερα είναι η δομή της βλάστησης και οι μικροκλιματικές συνθήκες, με τη θερμοκρασία να αποτελεί τον κύριο ρυθμιστή των φυσιολογικών διεργασιών τους (Willott,

1997; Marini, et al., 2008). Τα Ορθόπτερα του αγροοικοσυστήματος επηρεάζονται από τα εντομοκτόνα, το εντατικό θέρισμα, τη φωτιά και τη βόσκηση, καθώς και την αντικατάσταση της χλωριδικής ποικιλίας από μονοκαλλιέργεια. Χρειάζονται δε, μη διαταραγμένες χορτολιβαδικές εκτάσεις για την απόθεση αυγών και τη διατροφή των νυμφικών σταδίων τους, άρα ευνοούνται από τα ακαλλιέργητα περιθώρια των χωραφιών (Wilson, et al., 1999).

Τέλος, τα χαρακτηριστικά του τοπίου είναι πιο σημαντικά για τη βιοποικιλότητα από ότι το σύστημα παραγωγής, ενώ η ετερογένεια του περιβάλλοντος τοπίου μιας καλλιέργειας δρα σαν πηγή ποικιλότητας. Για παράδειγμα, η διάκριση οργανικών-συμβατικών συστημάτων παραγωγής δεν επηρέασε τόσο τον πλούτο ειδών και την πυκνότητα δραστηριότητας των Carabidae, όσο η φυσιογνωμία των γύρω περιοχών (Purtauf, et al., 2005).

1.3 Αγροτική βιοποικιλότητα: Πουλιά

Η άγρια ζωή ανέκαθεν επηρεαζόταν από τις αλλαγές χρήσεων γης που πραγματοποιεί ο άνθρωπος. Κορυφαίο παράδειγμα το Κιρκινέζι, που έχει μετατοπίσει τον τόπο αναπαραγωγής του και τις θέσεις φωλεοποίησής του (από τα βράχια στα ανθρώπινα κτίρια) και έχει προσαρμοστεί να τρέφεται σε μη εντατικά γεωργικά συστήματα (Sanchez-Zapata, et al., 2003). Τα ανθρωπογενή ενδιαίτηματα παίζουν θεμελιώδη ρόλο στη δυναμική της κοινότητας των πουλιών (Farina, 1989), ενώ ένα ετερογενές, σε δομή και φυσιογνωμία, μεσογειακό, αγροτικό τοπίο, όπου μικρά αγροτεμάχια εναλλάσσονται με θαμνώνες και δενδρώδη βλάστηση, προσελκύει πλούσια орνιθοπανίδα, λόγω μωσαϊκού φυτικής κάλυψης και αποθέματος εποχιακών πόρων. Η αφθονία και ποικιλότητα πουλιών του αγρού, σχετίζονται θετικά με ακαλλιέργητες νησίδες μέσα στο αγροτικό τοπίο, συνύπαρξη λιβαδιών με ετήσιες καλλιέργειες και ποικιλία τύπων καλλιεργειών (Herzon & O'Hara, 2007).

Η κοινότητα πουλιών του αγροτικού μωσαϊκού είναι πιο πολύπλοκη από αυτή των γειτονικών δασών, κυρίως την άνοιξη, οπότε τα οργωμένα χωράφια και οι φυτοφράχτες προσελκύουν μεταναστευτικά είδη που μόλις έχουν διασχίσει τη Σαχάρα (Farina, 1989). Επιπλέον, τα δέντρα και οι φυτοφράχτες ανάμεσα στις καλλιέργειες χρησιμοποιούνται ως σημεία επόπτευσης για αρπακτικά είδη, δίνοντάς τους την ευκαιρία για λιγότερο ενεργοβόρο κυνήγι. Επιπλέον, αδιατάρακτα περιθώρια με βλάστηση διατηρούν διαχειμάζουσα πανίδα, η οποία προσφέρει τροφοληψία στα αρπακτικά πουλιά το χειμώνα (Meunier, et al., 2000). Αντίθετα, η σύγχρονη απλοποίηση και ομογενοποίηση του αγροτικού τοπίου, αποβαίνει καταστροφική για την орνιθοπανίδα (Herzon & O'Hara, 2007).

Η τροφή, ως πόρος σε αφθονία στα αγροτικά οικοσυστήματα, προσελκύει τα πουλιά της υπαίθρου. Πολλά αρπακτικά επιλέγουν τις στεπώδεις εκτάσεις με εκτατικές καλλιέργειες και βοσκότοπους, όπου η αυξημένη πυκνότητα Αρθροπόδων και μικρών Θηλαστικών, προσφέρει διαθέσιμη λεία για κοινά, καθώς και απειλούμενα είδη (Donazar, et al., 1997). Σε περιπτώσεις μαζικής μετανάστευσης/εισβολής Ορθοπτέρων, αυτός ο προσωρινός τροφικός πόρος σε υπεραφθονία επηρεάζει τόσο σημαντικά τα πουλιά, ώστε ιθαγενή είδη αναπαράγονται νωρίτερα από το σύννηδες, ενώ αλλόχθονα είδη καταφθάνουν στην περιοχή του σμήνους Ορθοπτέρων για να τραφούν. Για παράδειγμα το Κιρκινέζι, ακολουθεί τέτοια σμήνη Εντόμων, ώστε το χειμώνα του 1988 βρέθηκε στη Σαουδική Αραβία από την ανατολική Αφρική όπου διαχειμάζει (Symens, 1990).

Η προσπάθεια για ολοένα υψηλότερη γεωργική παραγωγή, έχει οδηγήσει την αγροτική βιοποικιλότητα σε απότομη πτώση. Τα πουλιά του αγρού μειώνονται με ταχείς ρυθμούς, ενώ ο Krebs (1999) έφτασε σε σημείο να ονομάσει το φαινόμενο ‘2^η σιωπηλή άνοιξη’, σχετίζοντάς το με την εντατικοποίηση και την εκβιομηχάνιση της γεωργίας. Ανάμεσα στους οργανισμούς που πλήττονται συγκαταλέγονται αρπακτικά πτηνά της υπαίθρου, κορυφαίοι καταναλωτές των οικοσυστημάτων και οι πιο ευαίσθητοι κρίκοι των τροφικών αλυσίδων της βιοκοινότητας.

Η ομογενοποίηση του τοπίου και οι σύγχρονες καλλιεργητικές πρακτικές επηρεάζουν την ορνιθοπανίδα με δυσμενή τρόπο. Η αύξηση του μεγέθους των χωραφιών και η μονοκαλλιέργεια, έχουν επιτρέψει τον αποτελεσματικότερο χειρισμό μεγάλων μηχανημάτων από τον αγρότη, αλλά καταργούν φιλικά προς τη βιοποικιλότητα μικρο-ενδιαίτηματα, όπως τα ακαλλιέργητα περιθώρια των χωραφιών. Έχει υπολογιστεί ωστόσο, πως υπάρχει ένα κατώφλι μεγέθους χωραφιών περί τα 10 έως 20 στρέμματα, πάνω από το οποίο δεν αυξάνει η αποτελεσματικότητα των αγροτικών μηχανημάτων, επομένως δεν απαιτούνται μεγαλύτερα χωράφια για την αύξηση της παραγωγής (Rodriguez & Wiegand, 2009). Άρα, με αυτό το κριτήριο είναι εφικτό να αφήνονται ακαλλιέργητες, ή αθέριστες λωρίδες και περιθώρια, ώστε να επωφελείται η άγρια πανίδα, και ιδιαίτερα τα πουλιά του αγρού.

Τέλος, η εκτεταμένη χρήση εντομοκτόνων, όπως τα νεονικοτινοειδή, πέρα από τις αποδεδειγμένες επιπτώσεις της σε επωφελή Έντομα όπως οι μέλισσες, έχει συνδεθεί με μειώσεις στους αριθμούς πουλιών του αγρού (Hallmann, et al., 2014; Goulson, 2014), καθώς όταν εφαρμόζονται ως επικάλυψη στους καλλιεργούμενους σπόρους, καταλήγουν σε μεγάλο ποσοστό στο έδαφος και το εδαφικό νερό και από κει στα υδάτινα οικοσυστήματα και τα αυτοφυή φυτά των ακαλλιέργητων περιθωρίων των χωραφιών. Η τοξικότητά τους για τα Έντομα μεταφέρεται στα εντομοφάγα πουλιά, ενώ μέρος τους συγκεντρώνεται και ως σκόνη στον αέρα.

1.4 Το Κιρκινέζι (*Falco naumanni*)

1.4.1 Ταξινόμηση-Μορφολογία

Το Κιρκινέζι (*Falco naumanni* Fleischer, 1818) είναι ένα μικρόσωμο, μεταναστευτικό, αρπακτικό πτηνό της τάξης Ιερακόμορφα (Falconiformes) και της οικογένειας Ιερακίδες (Falconidae). Το μήκος του κυμαίνεται στα 28-33cm, διαθέτει μακριές, μυτερές φτερούγες ανοίγματος 58-72cm (Rodríguez, et al., 2010), ενώ έχει βάρος 120-140g (Rodríguez, et al., 2013). Όπως τα περισσότερα γεράκια, παρουσιάζει έντονο φυλετικό διμορφισμό: το θηλυκό είναι ελαφρώς μεγαλύτερο από το αρσενικό (Tella, et al., 1996b), το φτέρωμά του είναι καστανοκόκκινο με πολλές, έντονες σκουρόχρωμες κηλίδες/ραβδώσεις. Το ώριμο αρσενικό Κιρκινέζι παρουσιάζει πιο πολύχρωμο φτέρωμα, έχει ράχη καστανοκόκκινη, χωρίς κηλίδες ή ραβδώσεις, ενώ το κεφάλι, ο τράχηλος και η ουρά του είναι γκρίζα έως γαλαζωπά. Στο τέλος της ουράς υπάρχει και στα δύο φύλα μια σκούρα λωρίδα (Tella, et al., 1996a). Τα ανώριμα άτομα μοιάζουν με τα θηλυκά.

Το Κιρκινέζι είναι μονοτυπικό είδος και δε συγγενεύει με το ελαφρώς μεγαλύτερο Βραχοκιρκινέζο (Helbig, et al., 1994). Τα δύο είδη είναι συμπατρικά, παρουσιάζουν αξιοσημείωτες μορφολογικές ομοιότητες, ωστόσο το Βραχοκιρκινέζο, εκτός των άλλων, είναι επιδημητικό στην Ελλάδα.

1.4.2 Βιολογικός κύκλος

Κάθε έτος διακρίνεται σε σαφείς βιολογικές περιόδους για το Κιρκινέζι, αντίστοιχα με τα υπόλοιπα αποδημητικά πουλιά. Τους εαρινούς και καλοκαιρινούς μήνες σχηματίζει αναπαραγωγικές αποικίες στο Βόρειο Ημισφαίριο, ενώ κυρίως μεταναστεύει και διαχειμάζει στην υποσαχάρια Αφρική. Το Κιρκινέζι αναπαράγεται μία φορά το χρόνο στα μέσα της άνοιξης έως τις αρχές καλοκαιριού. Είναι είδος ως επί το πλείστον μονογαμικό, τα ζευγάρια σχηματίζονται στις αρχές της περιόδου αναπαραγωγής και διαρκούν για μία αναπαραγωγική περίοδο.

Σύμφωνα με τους Rodríguez και Bustamante (2003), ο ετήσιος κύκλος για το Κιρκινέζι διακρίνεται σε έξι περιόδους, οι οποίες στην περιοχή της Μεσογείου είναι:

1. Φεβρουάριος-Μάρτιος: Αφίξεις. Πρόκειται για την περίοδο αφίξεων των πουλιών στις αναπαραγωγικές αποικίες από την εαρινή μετανάστευση, ξεκινά στις αρχές Φλεβάρη και περιλαμβάνει την αρχή διαδικασιών ερωτοτροπίας και τον σχηματισμό των ζευγαριών. Παρότι στο είδος κυριαρχεί η αυστηρή μονογαμία, έχει καταγραφεί επίσης πολυγυνία, συζεύξεις και τεκνοποίηση εκτός ζευγαριού (Negro, et al., 1996; Alcaide, et al., 2005). Τα πρώτα Κιρκινέζια φτάνουν στην αποικία έως και δυο μήνες πριν την αναπαραγωγή, οπότε η τροφή σπανίζει και είναι συνήθως ενήλικα, ενώ τα

πουλιά που θα αναπαραχθούν για πρώτη φορά τυπικά φτάνουν αργότερα (Serrano, et al., 2003b). Στην αρχή της περιόδου, τα αρσενικά καταλαμβάνουν τις διαθέσιμες φωλιές, ανταγωνίζονται για αυτές και επιδεικνύονται για να προσελκύσουν τα θηλυκά, τα οποία επιλέγουν ανάμεσα στα αρσενικά (Aparicio & Bonal, 2002; Serrano & Tella, 2003a). Οι συζεύξεις εντός του ζευγαριού είναι πολύ συχνές, ενώ ξεκινούν πριν τη γόνιμη περίοδο του θηλυκού, ώστε να ισχυροποιηθεί ο δεσμός του ζευγαριού και συνεχίζονται με μεγάλη συχνότητα μέχρι την ωοτοκία, ώστε το αρσενικό να εξασφαλίσει την πατρότητα των απογόνων (Negro, et al., 1992). Στις αναπαραγωγικές αποικίες υπάρχουν και λίγα άτομα (floaters) που δε ζευγαρώνουν/αναπαράγονται.

2. Μέσα Απριλίου-Αρχές Μαΐου: Ερωτοτροπία-

Ωοτοκία. Στο διάστημα αυτό παγιώνεται ο σχηματισμός των ζευγαριών, συνεχίζονται οι διαδικασίες ερωτοτροπίας, τα θηλυκά ξεκινούν την ωοτοκία και παραμένουν τον περισσότερο χρόνο στην αποικία. Απαραίτητη προϋπόθεση για να ξεκινήσει η



απόθεση των αυγών από το θηλυκό είναι να έχει εφοδιαστεί με επαρκείς ποσότητες

Εικόνα 1. Ζεύγος Κιρκινεζιών σε τεχνητή φωλιά (© Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας 2015).

τροφής, τα θηλυκά που έχουν τραφεί καλύτερα ωοτοκούν νωρίτερα και περισσότερο (Food Supply Hypothesis) (Aparicio & Bonal, 2002). Οι αυξημένες ανάγκες θρέψης του θηλυκού εξασφαλίζονται με προσφορά θηραμάτων από το αρσενικό, διαδικασία που ξεκινά περί τις 16 μέρες πριν την ωοτοκία και ολοκληρώνεται με το πέρας αυτής (Donazar, et al., 1992). Τα αρσενικά πολλών αρπακτικών επενδύουν σε μεγάλο βαθμό στην αναπαραγωγή, μέσω ταΐσματος του θηλυκού και των νεοσσών αργότερα, ενώ εξασφαλίζουν την πατρότητα των απογόνων με συχνές συζεύξεις εντός του ζευγαριού (Mougeot, 2004).



3. Αρχές Μαΐου-Αρχές Ιουνίου: Επώαση αυγών.

Το θηλυκό γεννά δύο έως έξι αυγά, συχνότερα τέσσερα ή πέντε. Τα αυγά εκκολάπτονται ασύγχρονα, με ενδιάμεσα διαστήματα συνήθως δύο ημερών, αλλά και έως πέντε ημέρες. Στην επώαση των αυγών συμμετέχουν και οι

δύο γονείς. Μόνο στο 3% των περιπτώσεων ο αριθμός των αυγών σε μια φωλιά καταλήγει σε ισάριθμους νεοσσούς, ενώ τα υπεράριθμα αυγά αποτελούν εγγύηση αναπαραγωγικής επιτυχίας σε περιπτώσεις απωλειών (Insurance-egg Hypothesis) (Aparicio, 1997).

4. Αρχές Ιουνίου-Αρχές Ιουλίου: Ανατροφή νεοσσών.

Οι νεοσσοί εκκολάπτονται ασύγχρονα, με αποτέλεσμα οι νεότεροι να είναι μικρότεροι σε μέγεθος και πιο ευάλωτοι σε περιπτώσεις έλλειψης τροφής (Aparicio, 1997). Στη φροντίδα και θρέψη των νεοσσών συνεισφέρουν εξίσου και οι δύο γονείς



(Aparicio, et al., 2007). Ο γονέας μεταφέρει ένα θήραμα για τους νεοσσούς σε κάθε διαδρομή προς τη φωλιά. Η ανατροφή των νεοσσών διαρκεί

Εικόνα 3. Παροχή τροφής σε νεοσσούς στην τεχνητή φωλιά (© Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας 2015).

περίπου ένα μήνα (28-29 ημέρες). Αφού πτερωθούν και πετάζουν για πρώτη φορά οι νεοσσοί, παραμένουν στη φωλιά για κάποιο διάστημα, το οποίο αυξάνεται όσο αυξάνεται η ποιότητα των γονέων, οι οποίοι συνεχίζουν να τους παρέχουν τροφή και προστασία (Bustamante & Negro, 1994)· επιπλέον, οι δυνατότεροι νεοσσοί εκδιώκουν τους πιο αδύναμους, οι οποίοι εγκαταλείπουν συνεπώς νωρίτερα τη φωλιά (Vergara, et al., 2010). Τα Κιρκινέζια ζουν περίπου 3-4 χρόνια και αναπαράγονται συνήθως από το δεύτερο χρόνο της ζωής τους, ενώ λίγα άτομα ξεκινούν την αναπαραγωγή από τον πρώτο χρόνο (Serrano & Tella, 2003a).

5. Μέσα Ιουλίου-Τέλη Σεπτεμβρίου: Προ-μεταναστευτική διασπορά. Οι νεοσσοί εγκαταλείπουν τις φωλιές λίγες μέρες αφού πτερωθούν, και διασπείρονται σε βόρειες συνήθως κατευθύνσεις αρκετά χιλιόμετρα από τη γενέθλια αποικία (Bustamante & Negro, 1994; Olea, 2001), ενώ στο διάστημα αυτό (2 περίπου μήνες) χτίζουν αποθήκες λίπους και αλλάζουν πτέρωμα πριν από τη φθινοπωρινή μετανάστευση. Η πτερόρροια είναι απαιτητική διαδικασία με όρους ενέργειας, οπότε η διαθεσιμότητα επαρκών τροφικών πόρων είναι σημαντική την περίοδο αυτή (De Frutos & Olea, 2008). Τα ζευγάρια και οι φωλιές διαλύονται και τα Κιρκινέζια σχηματίζουν μεγάλες προ-μεταναστευτικές συγκεντρώσεις, από όπου και αναχωρούν για τις θέσεις διαχείμασής τους (Fernandez, 2000). Οι μετα-αναπαραγωγικές κούρνιες που σχηματίζονται, συγκεντρώνουν μεγάλο μέρος του αναπαραγόμενου πληθυσμού, περιλαμβάνουν ενήλικα και νεαρά άτομα και αποτελούν σημαντικό παράγοντα στον αναπαραγωγικό κύκλο του Κιρκινεζιού. Αποτελούν προ-μεταναστευτικές στάσεις

απαραίτητες για την προετοιμασία της μετανάστευσης και δίνουν στα πουλιά πλεονεκτήματα όπως χαμηλό κίνδυνο θήρευσης και αυξημένη τροφοληπτική αποτελεσματικότητα (Olea, et al., 2004). Τα ίδια μεγάλα δέντρα χρησιμοποιούνται για χρόνια από τα πουλιά και η τροφοληψία στη γύρω περιοχή τα εφοδιάζει με την απαραίτητη ενέργεια για το ταξίδι.

6. Οκτώβριος-Ιανουάριος: Διαχείμαση. Τα πουλιά έχουν μεταναστεύσει και ξεχειμωνιάζουν στην υποσαχάρια Αφρική. Κατά τη μετανάστευση, τα Κιρκινέζια πετούν σε μικρές ομάδες ή σε χαλαρά σμήνη περισσότερων ατόμων, σε ύψη μέχρι 2000m. Η μετανάστευση διαρκεί 4-5 ημέρες και τα πουλιά διανύουν 300-850Km/ημέρα και περί τα 2.500Km συνολικά (Catry, et al., 2011). Στα τέλη του χειμώνα, τα Κιρκινέζια συγκεντρώνονται και πραγματοποιούν την εαρινή μετανάστευσή τους προς το βορρά. Τα Κιρκινέζια σχηματίζουν μικρές αποικίες κατά την αναπαραγωγική περίοδο, ενώ συγκεντρώνονται σε μεγάλες κούρνιες (roosts) εκτός αναπαραγωγικής περιόδου (Siegfried & Skead, 1971). Οι συλλογικές αυτές κούρνιες χρησιμεύουν ως ένα είδος 'κέντρου πληροφόρησης' για τα πουλιά, η ανταλλαγή πληροφοριών δε αφορά κυρίως την εύρεση τροφής (Ward & Zahavi, 1973).

1.4.3 Φωλεοποίηση-Αναπαραγωγικές αποικίες-Διασπορά

Κατά την αναπαραγωγική περίοδο, τα Κιρκινέζια δεν κατασκευάζουν τη φωλιά τους, αλλά καταλαμβάνουν έτοιμες κοιλότητες. Οι φυσικές θέσεις φωλεοποίησης του είδους είναι ρωγμές και τρύπες σε βράχια, ωστόσο έχοντας εκμεταλλευτεί αντίστοιχες κατάλληλες κοιλότητες σε τεχνητές κατασκευές, είναι ικανά να φωλιάζουν σε κτίρια και συνεπώς κοντά στον άνθρωπο. Η τυπική φωλιά του Κιρκινεζιού έχει μέγεθος περίπου 30cm, εσωτερικά έχει βάθος 16-18cm και βρίσκεται σε ύψος 3-3,4m από το έδαφος. Η αποικία περιλαμβάνει έως 100 ζευγάρια-φωλιές. Πλέον δεν υπάρχουν αποικίες σε φυσικούς οικοτόπους. Τα Κιρκινέζια επιλέγουν να φωλεοποιήσουν σε κτίρια με πολλές κοιλότητες στη σκεπή και τους τοίχους, συχνά παλιές κατασκευές και μνημεία, ενώ η αποικία θα πρέπει να περιβάλλεται από εκτενείς εκτάσεις, κατάλληλες για τροφοληψία (Franco, et al., 2005). Συνεπώς, τα Κιρκινέζια επιλέγουν να δημιουργήσουν τις αναπαραγωγικές αποικίες τους σε αγροτικές κυρίως περιοχές, εντός οικισμών ή χωριών με πληθώρα παλιών ή εγκαταλειμμένων σπιτιών, αποθηκών, μνημείων και εκκλησιών. Ορισμένες αποικίες σχηματίζονται και σε πιο πυκνοκατοικημένα αστικά ή ημι-αστικά κέντρα, όπως στη Σεβίλλη της Ισπανίας (Tella, et al., 2000b). Η φωλεοποίηση σε κτίρια και άλλες ανθρώπινες κατασκευές ίσως σχετίζεται με την

αποτελεσματικότερη προστασία έναντι θηρευτών των αυγών ή των νεοσσών (Forero, et al., 1996).

Η έλλειψη θέσεων φωλεοποίησης είναι ένας από τους περιοριστικούς παράγοντες για τη δημογραφία των πληθυσμών του είδους (Sfougaris, et al., 2004; Perez, et al., 2011). Ένας τρόπος εξάλειψης του περιορισμού αυτού είναι η παροχή τεχνητών φωλιών, μέτρο που έχει αποδειχτεί αποτελεσματικό για τη διατήρηση και προστασία του Κιρκινεζιού (Catry, et al., 2007; Bux, et al., 2008; Catry, et al., 2009). Επιπλέον, η φωλεοποίηση σε τεχνητές φωλιές παρέχει πλεονεκτήματα όπως εγγυημένη προστασία έναντι καιρικών φαινομένων και θηρευτών, καθώς επίσης συντελεί στη μείωση του ενδοειδικού ανταγωνισμού για τις θέσεις φωλεοποίησης (Catry, et al., 2007).

Τα Κιρκινέζια, παρότι μεταναστεύουν σε μακρινές τοποθεσίες για διαχείμαση, τείνουν να επιστρέφουν στις γενέθλιες αποικίες τους ή σε κοντινές σε αυτές αποικίες, εκδηλώνοντας αξιοθαύμαστη φιλοπατρία (Negro, et al., 1997b). Με άλλα λόγια, τείνουν να φωλιάζουν και να αναπαράγονται στις ίδιες αποικίες χρόνο με το χρόνο (Hiraldo, et al., 1996). Πληθώρα μελετών επιβεβαιώνουν συμπεριφορά φιλοπατρίας στα Κιρκινέζια (Prugnolle, et al., 2003; Serrano, et al., 2008), η οποία πλέον αποδεικνύεται και με χρήση geolocators σε πουλιά που επιστρέφουν για αναπαραγωγή από την Αφρική (Rodriguez, et al., 2009).

Ταυτόχρονα, παρά την τάση φιλοπατρίας, στα Κιρκινέζια εκδηλώνεται διασπορά ατόμων στις περιοχές αναπαραγωγής τους. Η διασπορά στα Κιρκινέζια διακρίνεται στην πρώτη μετακίνηση των νεοσσών από το σημείο γέννησής τους στο σημείο αναπαραγωγής τους (natal dispersal), και στην πιθανή μετακίνηση των αναπαραγόμενων ενηλίκων από μια αναπαραγωγική αποικία σε άλλη ανάμεσα σε δύο διαδοχικές αναπαραγωγικές περιόδους (breeding dispersal). Η διασπορά των νεοσσών είναι πιο πιθανή και η απόστασή απομάκρυνσής τους από την αποικία γέννησής τους είναι μεγαλύτερη, ενώ είναι αποτέλεσμα ανταγωνισμού μέσα στον πληθυσμό πολυπληθών αποικιών (Serrano, et al., 2003b). Από την άλλη, η αναπαραγωγική διασπορά συμβαίνει επίσης λόγω ανταγωνισμού για πόρους: τα άτομα προσπαθούν σε πρώτη φάση να εγκατασταθούν στην αποικία που γεννήθηκαν, ωστόσο αν δεν εξασφαλίσουν θέση φωλεοποίησης ή δε βρουν ταίρι, επιλέγουν ανάμεσα στην παραμονή στην αποικία ως μη-αναπαραγόμενα άτομα ή την μετακίνηση σε άλλες αποικίες, όπου πιθανόν θα έχουν ευκαιρία αναπαραγωγής (Negro, et al., 1997b). Στα Κιρκινέζια, η διασπορά επηρεάζεται από το μέγεθος των αποικιών και επικρατεί η διασπορά από μικρότερες σε μεγαλύτερες αποικίες, ενώ είναι αποτέλεσμα προσέλκυσης των επίδοξων εποίκων από την παρουσία στην περιοχή μεγάλου αριθμού ατόμων του είδους τους (conspecific attraction) (Serrano & Tella, 2003a). Επιπλέον, τα πουλιά μπορεί να

χρησιμοποιούν τη μέση αναπαραγωγική επιτυχία των ζευγαριών της αποικίας ως πηγή πληροφορίας, ώστε να πάρουν αποφάσεις εγκατάστασης (Aparicio, et al., 2007). Η υψηλή αναπαραγωγική επιτυχία μιας αποικίας ίσως παίζει σημαντικότερο ρόλο από το μέγεθός της στην προσέλκυση ατόμων κατά την αναπαραγωγική διασπορά (Calabuig, et al., 2008).

Η φιλοπατρία και η διασπορά είναι θεμελιώδεις διεργασίες που επηρεάζουν τη γενετική δομή των πληθυσμών και είναι δυνατόν να συνυπάρχουν στους πληθυσμούς του Κιρκινεζιού (Di Maggio, et al., 2015). Η φιλοπατρία ευνοεί τα πουλιά, καθώς παρέχει στους φορείς της εξοικείωση με τους πόρους του βιοτόπου, τα τροφοληπτικά ενδιαίτηματα, τους θηρευτές και τα άτομα του ίδιου είδους στην περιοχή, ενώ συμφέρει ενεργειακά, καθώς απαλλάσσει από το κόστος μετακίνησης (Serrano, et al., 2003b). Από την άλλη, η διασπορά συντελεί στη διατήρηση υψηλού επιπέδου γονιδιακής ροής μεταξύ των πληθυσμών και αποτρέπει την ενδογαμία (Di Maggio, et al., 2015). Η γενέθλια διασπορά ενέχει κινδύνους θνησιμότητας, αλλά οδηγεί στην αποφυγή σύζευξης με γενετικά συγγενή άτομα και την ίδια στιγμή απομειώνει τον ενδοειδικό ανταγωνισμό για πόρους και συντρόφους. Από την άλλη, η αναπαραγωγική διασπορά είναι μια προσαρμοστική συμπεριφορά για αύξηση της αναπαραγωγικής επιτυχίας ατόμων που στο παρελθόν έχουν αποτύχει (Calabuig, et al., 2008). Έχει βρεθεί ότι τα θηλυκά διασπείρονται συχνότερα από τα αρσενικά, ενώ και τα δύο φύλα διασπείρονται λιγότερο όσο μεγαλώνουν. Τα Κιρκινέζια δείχνουν μεγαλύτερη πιστότητα σε αποικίες όσο μεγαλύτερη είναι η εμπειρία τους εκεί, γεγονός που συνδέεται με τα πλεονεκτήματα της αυξημένης οικειότητας. Η αναπαραγωγική διασπορά είναι μεγαλύτερη σε αποικίες με φτωχή αναπαραγωγική επιτυχία, ενώ η πιθανότητα διασποράς είναι αντιστρόφως ανάλογη με το μέγεθος της αποικίας. Τέλος, τα πουλιά τείνουν να εγκαθίστανται εντός της περιοχής τροφοληψίας τους κατά την αναπαραγωγική διασπορά (Serrano, et al., 2001). Η διασπορά είναι ένα εξελικτικά ασταθές γνώρισμα, το οποίο επηρεάζεται ταυτόχρονα από οικολογικά, κοινωνικά και ατομικά χαρακτηριστικά εντός πληθυσμού και μεταξύ πληθυσμών. Συνολικά, η χωρική κατανομή των πληθυσμών Κιρκινεζιού στο εύρος της αναπαραγωγικής εξάπλωσής τους είναι, τουλάχιστον εν μέρει, καθοδηγούμενη από ενδογενή αίτια, όπως έλξη μεταξύ των ατόμων του ίδιου είδους, μαζί με εξωγενή αίτια, όπως διαθεσιμότητα τροφής (De Frutos, et al., 2007), επομένως οι δύο διεργασίες (φιλοπατρία και διασπορά) επηρεάζονται από την απομόνωση και τον κατακερματισμό των ενδιαιτημάτων.

1.4.4 Διατροφή

Το κυνήγι των Κιρκινεζιών γίνεται πετώντας (flight hunting), ενώ η λεία συλλαμβάνεται στον αέρα ή το έδαφος. Για τη σύλληψη της λείας στο έδαφος, το πουλί αιωρείται και φτερουγίζει επιτόπου και εφόσον ανιχνεύσει το πιθανό θήραμα, καταδύεται ταχύτατα ώστε να το αρπάξει (Garcia, et al., 2006). Λιγότερο συχνά, τα Κιρκινέζια κυνηγούν από θέσεις κουρνιάσματος (perch hunting). Η διατροφή του Κιρκινεζιού βασίζεται κυρίως σε μεγάλα Αρθρόποδα, ως επί το πλείστον Έντομα (θεωρείται εντομοφάγο είδος), ενώ συμπληρώνεται με μικρά Θηλαστικά (Tella, et al., 1996c). Οι σημαντικότερες τάξεις Εντόμων με τις οποίες τρέφεται το Κιρκινέζι, είναι τα Ορθόπτερα και τα Κολεόπτερα, ενώ δευτερευόντως κυνηγά Δερμάπτερα, Υμενόπτερα (κυρίως της οικογένειας Formicidae), Ισόπτερα (στις περιοχές διαχείμασης), καθώς επίσης και άλλα Αρθρόποδα όπως Χειλόποδα (κυρίως της οικογένειας Scolopendridae) και Γαλεώδη (Αραχνίδια της τάξης Solifugae, στις περιοχές διαχείμασης) (Negro, 1997a; Rodriguez, et al., 2010).

Οι διατροφικές συνήθειες του Κιρκινεζιού επηρεάζονται από τις διαθέσιμες κατηγορίες λείας στην εκάστοτε περιοχή, την εποχή του χρόνου και τη φάση του βιολογικού κύκλου τους. Την περίοδο αναπαραγωγής, μελέτες σε Ισπανία και Πορτογαλία αναφέρουν σχετική συχνότητα Αρθροπόδων στη διατροφή του Κιρκινεζιού σε ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά



(94,2-99,6%), ενώ μικρό μέρος της διαίτας αποτελούνταν από μικρά Θηλαστικά (έως 4,5%), Πτηνά και Ερπετά (Ortego, 2010). Η σύγκριση ερευνών

Εικόνα 4. Θηλυκό Κιρκινέζι με Ορθόπτερο στο στόμα στην τεχνητή φωλιά (© Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας 2015).

εμφανίζει τα Ορθόπτερα σε σχετική συχνότητα που κυμαίνεται από 38,5 έως 85,8%, τα Κολεόπτερα από 2,8 έως 36,2% και μικρότερα ποσοστά Υμενοπτέρων, Αραχνιδίων και Δερμαπτέρων (Ortego, 2010). Στην Ελλάδα και συγκεκριμένα στη Θεσσαλία, παλαιότερη μελέτη των διατροφικών συνηθειών του Κιρκινεζιού κατά την αναπαραγωγική περίοδο, κατέδειξε σχετική αφθονία Εντόμων 98,3% της διαίτας, εκ των οποίων 56,2% ήταν Ορθόπτερα (κυρίως των οικογενειών Acrididae και Tettigoniidae), 32,3% Κολεόπτερα (κυρίως των οικογενειών Carabidae και Scarabaeidae), καθώς και μικρότερα ποσοστά Formicidae, Δερμαπτέρων και Cicadidae (Sfougaris, et al., 2004).

Κατά τη διαχείμαση, στην υποσαχάρια Αφρική, η διατροφή των Κιρκινεζιών αποτελείται βασικά από Ορθόπτερα, Κολεόπτερα, Solifugae και ελάχιστα μικρά Θηλαστικά (Korij, 2002; Korij, 2007), ενώ συμπληρώνεται με Δερμάπτερα, Scolopendridae και Ισόπτερα (Korij, 2007). Άλλη μελέτη της χειμερινής διαίτας του Κιρκινεζιού, εντόπισε ως

κύρια κατηγορία λείας ένα μοναδικό είδος Κολεόπτερου, το οποίο ήταν σε έξαρση εκείνη τη χρονική περίοδο, χωρίς να λείπουν ωστόσο οι υπόλοιπες τροφικές κατηγορίες (Pietersen & Symes, 2010).

Στις περιπτώσεις που οι διατροφικές συνήθειες του Κιρκινεζιού διακρίνονται ανάλογα με τη φάση του βιολογικού του κύκλου, η εικόνα ίσως είναι ελαφρώς διαφορετική. Ο Perez-Granados (2010), εξετάζοντας τη διαίτα Κιρκινεζιών για τέσσερις μήνες (Μάρτιο - Ιούνιο) στην κεντρική Ισπανία, βρήκε μεγαλύτερο αριθμό ατόμων Κολεοπτέρων από όλες τις τροφικές κατηγορίες, ενώ λιγότερα ήταν τα Ορθόπτερα. Νωρίς την άνοιξη τα Κολεόπτερα καταλάμβαναν το 92% της διατροφικής αφθονίας, ενώ τους μήνες Μάιο και Ιούνιο τα Ορθόπτερα αυξήθηκαν (22%). Αξιοσημείωτο ωστόσο ήταν, πως κατά την κύρια φάση της αναπαραγωγής τα μικρά Θηλαστικά να μεν βρέθηκαν λίγα σε αριθμό, αλλά με όρους βιομάζας καταλάμβαναν το 50% της διατροφής των πουλιών, αποτελώντας το κύριο θήραμά τους (Perez-Granados, 2010). Η σημαντικότητα των Σπονδυλωτών στη διαίτα του Κιρκινεζιού κατά τις πρώτες εβδομάδες ανατροφής των νεοσσών επιβεβαιώνεται και από



Εικόνα 5. Παροχή τροφής από το αρσενικό Κιρκινέζι, κατά την επώαση των αυγών στην τεχνητή φωλιά (© Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας 2015).

τους Rodriguez *et al.* (2010).

Μελέτη των διατροφικών συνηθειών του Κιρκινεζιού ανά βδομάδα από τον Μάρτιο έως τον Ιούλιο στη νότια Ισπανία, κατέληξε σε διαφορετικούς τύπους κύριας λείας στα διαφορετικά διαστήματα της αναπαραγωγικής περιόδου του: το *Gryllotalpa*

gryllotalpa κατά τη φάση ερωτοτροπίας-σχηματισμού ζευγαριών, το *Ephippiger ephippiger* κατά την επώαση των αυγών και τα *Locusta migratoria* και *Decticus*

albifrons κατά την ανατροφή των νεοσσών, όλα Ορθόπτερα (Rodriguez, et al., 2010). Το *Gryllotalpa gryllotalpa* έχει αναγνωριστεί ως σημαντικό θήραμα για το Κιρκινέζι κατά την προ-αναπαραγωγική περίοδο, οπότε το αρσενικό προσφέρει τροφή στο θηλυκό, και σε έρευνα στην Πορτογαλία (Catry, et al., 2012b). Την μετα-αναπαραγωγική περίοδο, κατά την προετοιμασία της μετανάστευσης και τον ενεργειακό ανεφοδιασμό, η διατροφή των Κιρκινεζιών σε κούρνιες της Ισπανίας κυριαρχούνταν από το μικρόσωμο Ορθόπτερο της οικογένειας Gryllidae, *Grylloderes brunneri* (Sarà, et al., 2014).

Η διαθεσιμότητα τροφής είναι καθοριστικός παράγοντας ελέγχου κάθε πληθυσμού πουλιών (Korij, 2002) και επηρεάζει σε τέτοιο βαθμό την αναπαραγωγή τους, ώστε τα περισσότερα είδη συγχρονίζουν τον αναπαραγωγικό τους κύκλο με περιόδους κορύφωσης της αφθονίας τροφής (Catry, et al., 2012b). Στη Θεσσαλία, η περίοδος αναπαραγωγής του

Κιρκινεζιού συμπίπτει με τους μέγιστους πληθυσμούς λείας του (Sfougaris, et al., 2004). Η ημερομηνία ωοτοκίας και ο αριθμός αυγών διαφοροποιούνται ανάλογα με την κατάσταση των γονέων: περισσότερο εύρωστα πουλιά τυπικά αναπαράγονται νωρίς και παράγουν περισσότερα αυγά και νεοσσούς (Catry, et al., 2012b). Οι βιολογικές απαιτήσεις του Κιρκινεζιού που σχετίζονται με την αφθονία και τη διαθεσιμότητα της τροφής είναι δυνατόν να ποικίλουν σημαντικά κατά τη διάρκεια του χρόνου, ή πιο συγκεκριμένα κατά τις διαφορετικές φάσεις της αναπαραγωγικής περιόδου του πουλιού, από τον σχηματισμό των ζευγαριών έως την ανατροφή των νεοσσών (Franco, et al., 2004b). Παράλληλα, αλλάζει σημαντικά η κατανομή των τροφικών πόρων στο τοπίο, έτσι η δίαιτα των Κιρκινεζιών μπορεί να ποικίλει μεταξύ κοντινών αποικιών, ενώ ποικίλει επίσης μεταξύ των ετών στην ίδια αποικία, σύμφωνα με την εκάστοτε διαθεσιμότητα διαφορετικών κατηγοριών λείας (Perez-Granados, 2010).

Πιθανή έλλειψη τροφής σε οποιαδήποτε φάση της αναπαραγωγικής περιόδου του Κιρκινεζιού, μπορεί να κοστίσει στην τελική αναπαραγωγική επιτυχία του είδους (Franco, et al., 2004b), ενώ μικρές διαφορές στην αφθονία λείας μεταξύ των αποικιών, δημιουργούν μεγάλες διαφοροποιήσεις στην αναπαραγωγική τους επιτυχία (Rodriguez, et al., 2006). Η ανεπαρκής ποσότητα ή ποιότητα τροφής μπορεί να αποτρέψει την αναπαραγωγή: έλλειψη τροφής ή δυσμενείς καιρικές συνθήκες που περιορίζουν τις τροφοληπτικές δραστηριότητες ή τη διαθεσιμότητα λείας πριν την αναπαραγωγή, συχνά εμποδίζουν το θηλυκό να φτάσει στη σωματική κατάσταση που απαιτείται για την παραγωγή και την επώαση αυγών (Catry, et al., 2012b). Σημαντικός παράγοντας είναι και το επαρκές μέγεθος λείας για το Κιρκινέζι, εκτός από την αφθονία της, καθώς ελάχιστη μέση βιομάζα λείας 0,6g. (Rodriguez, et al., 2006), ή κατ' άλλους 1,7g. (Perez-Granados, 2010), απαιτείται για την αναπαραγωγική επιτυχία και διασφαλίζει την επιβίωση του πληθυσμού.

Η κατανάλωση διαφορετικών τύπων λείας από το Κιρκινέζι παρουσιάζει διακύμανση στη διάρκεια των διαδοχικών φάσεων της αναπαραγωγικής περιόδου του και αντικατοπτρίζει τις ενεργειακές ανάγκες του πουλιού. Ένα θήραμα πλούσιο σε λίπος, όπως το *Gryllotalpa gryllotalpa* που είναι αναλογικά πλουσιότερο σε λίπος και από ένα θηλαστικό, όταν προσφέρεται ως γεύμα από το αρσενικό στο θηλυκό κατά την ερωτοτροπία, οδηγεί σε γρήγορη αύξηση του βάρους του θηλυκού, απαραίτητη προϋπόθεση για να αρχίσει η ωοτοκία (Rodriguez, et al., 2010). Αποικίες Κιρκινεζιών με υψηλότερη κατανάλωση *Gryllotalpa gryllotalpa* είχαν πρωιμότερη ωοτοκία και οι διαφορές μεταξύ των αποικιών σχετίστηκαν με διαφορές στη δίαιτά τους. Επιπλέον, η αυξημένη κατανάλωση αυτού του τύπου λείας σχετίστηκε σημαντικά με τον αριθμό και τον όγκο των αυγών του Κιρκινεζιού.

Στη συνέχεια, κατά την επώαση των αυγών, το μέσο βάρος λείας τείνει να αυξάνεται, είτε για να καλύψει το ενεργειακό κόστος της επώασης, είτε για να εφοδιάσει τα ενήλικα πουλιά με αποθέματα λίπους, τα οποία θα τους επιτρέψουν να αντεπεξέλθουν στην ανατροφή των νεοσσών (Rodriguez, et al., 2010). Γενικά, με την πρόοδο της αναπαραγωγικής περιόδου, το μέσο βάρος των θηραμάτων τείνει να αυξάνεται περαιτέρω και κορυφώνεται κατά τη φάση ανατροφής των νεοσσών, ενώ ταυτόχρονα μειώνεται η ποικιλία των τροφικών επιλογών του πουλιού. Η μειωμένη συνεισφορά μικρού μεγέθους θηραμάτων, όπως Κολεόπτερα, και η αύξηση της συχνότητας σύλληψης μεγάλων θηραμάτων όσο προχωρά η αναπαραγωγική περίοδος συμβαδίζει με τις ενεργειακές ανάγκες του Κιρκινεζιού, οι οποίες αυξάνονται σταδιακά και μεγιστοποιούνται κατά την ανατροφή των νεοσσών, υποχρεώνοντας τα πουλιά να κυνηγούν μεγαλύτερα θηράματα, τα οποία είναι λιγότερο πολυάριθμα από τα μικρά θηράματα (Rodriguez, et al., 2010).

1.4.5 Ενδαιτήματα τροφοληψίας

Τα αρπακτικά συνήθως επιλέγουν ως τροφοληπτικά ενδαιτήματα τις πιο ευνοϊκές περιοχές όσον αφορά τη διαθεσιμότητα ή/και την προσβασιμότητα στις κύριες κατηγορίες λείας τους (Tella, et al., 1998). Το Κιρκινέζι είναι ένα αποδημητικό είδος στενά συνδεδεμένο με το αγροτικό τοπίο της Ευρώπης (Rodriguez & Bustamante, 2008), το οποίο κατά την αναπαραγωγική περίοδό του αποικίζει χωριά και οικισμούς, που περιβάλλονται από ανοιχτές εκτάσεις με επίπεδη τοπογραφία και χαμηλή βλάστηση, όπου κυνηγά τη λεία του (Parr, et al., 1995). Ως θηρευτής κεντρικής θέσης (central-place forager), το Κιρκινέζι εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη χωρική κατανομή και σύνθεση των καλλιεργειών γύρω από την αποικία (Catry, et al., 2012a), ενώ δε χρησιμοποιεί τα αγροτικά ενδαιτήματα σε αναλογία με τη διαθεσιμότητά τους, αλλά εμφανίζει προτιμήσεις σε κάποια έναντι άλλων (Donazar, et al., 1993). Τα ενδαιτήματα τροφοληψίας θα πρέπει να παρέχουν υψηλή διαθεσιμότητα λείας, η οποία να είναι επιπλέον προσιτή σε αέριους θηρευτές όπως το Κιρκινέζι από τη δομή της βλάστησης, καθώς πυκνή φυτοκάλυψη προσφέρει καταφύγιο στη λεία, ενώ το ύψος των φυτών παρεμποδίζει τους ελιγμούς του θηρευτή (Garcia, et al., 2006).

Τα Κιρκινέζια προτιμούν να κυνηγούν κοντά στις αποικίες (Rodriguez, et al., 2013), καθώς η διάνυση μεγάλων αποστάσεων για τροφοληψία είναι ενεργοβόρα. Οι περιοχές τροφοληψίας του Κιρκινεζιού βρίσκονται ως επί το πλείστον σε ακτίνα 3Km από την αποικία (Rodriguez & Bustamante, 2008), ή κατ' άλλους σε ακτίνα μικρότερη των 5Km (Garcia, et al., 2006). Άλλωστε, ένα μειονέκτημα της «αποικιακής» συμπεριφοράς είναι η πιθανή μείωση λείας (prey depletion) στις περιοχές γύρω από την αποικία. Όταν κάτι τέτοιο συμβεί κατά την

ανατροφή των νεοσσών, έχει μείζον αναπαραγωγικό κόστος για τα Κιρκινέζια. Το φαινόμενο παρατηρείται γύρω από μεγάλες αποικίες, αλλά όχι από μικρές, και εξετάζοντάς το από διαφορετική σκοπιά, αποδεικνύει πόσο αποτελεσματικά είναι τα συγκεκριμένα πουλιά στον έλεγχο των καλλιεργητικών εχθρών που αποτελούν τη λεία τους (Bonal & Aparicio, 2008).

Τα Κιρκινέζια επιλέγουν για τροφοληψία ενδιαιτήματα με ποώδη βλάστηση και μέτρια φυτική κάλυψη και πάντως αποφεύγουν σε όλες τις εποχές και όλο το εύρος εξάπλωσής τους τα ενδιαιτήματα με μόνιμη φυσιογνωμία όπως: δάση, θαμνώνες και όλων των ειδών τις δενδρώδεις καλλιέργειες (Donazar, et al., 1993; Bustamante, 1997; Tella, et al., 1998; Franco, et al., 2004b; Rodriguez, et al., 2013; Gustin, et al., 2014). Η απόρριψη τέτοιων ενδιαιτημάτων γίνεται για λόγους δυσκολίας στην προσβασιμότητα και αναποτελεσματικότητας στο κυνήγι της λείας (Rodriguez, et al., 2013).

Συνδυάζοντας τα αποτελέσματα ερευνών, τα ακαλλιέργητα χωράφια είτε ως αγροαναπαύσεις, είτε ως χορτολιβαδικές εκτάσεις που προσφέρονται για βόσκηση, μαζί με τα ακαλλιέργητα περιθώρια των χωραφιών, συνιστούν τα προτιμώμενα τροφοληπτικά ενδιαιτήματα για το Κιρκινέζι, παρ' όλη τη σπανιότητά τους, καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου (Ursua, et al., 2005). Η υψηλή αφθονία Αρθροπόδων σε αυτά τα ημι-φυσικά, μη εντατικά διαχειριζόμενα περιβάλλοντα, συνεπώς η άφθονη διαθέσιμη λεία, σε συνδυασμό με την προσβασιμότητα από το πουλί, όταν το επιτρέπει η δομή της βλάστησης, θεωρούνται οι αιτίες προτίμησής τους από το Κιρκινέζι (Donazar, et al., 1993; Parr, et al., 1997; Garcia, et al., 2006; Gustin, et al., 2014). Οι Tella *et al.* (1998) αναφέρουν πως τα Κιρκινέζια επέλεξαν τα ακαλλιέργητα περιθώρια των χωραφιών και τα παραδοσιακά μη εντατικά συστήματα αγρο-βόσκησης, ενώ σε εντατικά καλλιεργούμενες εκτάσεις χρησιμοποιούσαν μικρά τμήματα του ενδιαιτήματος, όπου θήρευαν μικρότερη λεία, λόγω ακανόνιστης κατανομής των τροφικών πόρων σε αυτά, με αποτέλεσμα να χρειάζονται ευρύτερες περιοχές για τροφοληψία και να έχουν μειωμένη παραγωγικότητα. Ωστόσο, τα πουλιά απέφευγαν τους εγκατελειμμένους αγρούς που αναδασώνονταν φυσικά ή τα χέρσα που δε βόσκονται, λόγω μειωμένης προσβασιμότητας στη διαθέσιμη λεία σε αυτά (Tella, et al., 1998; Franco, et al., 2004b). Οι αγροαναπαύσεις και βοσκότοποι επιλέγονταν από τα Κιρκινέζια ισχυρά πριν από την εκκόλαψη των νεοσσών (Franco, et al., 2004b), ενώ τα ακαλλιέργητα περιθώρια επιλέγονταν για εύρεση και αρπαγή τροφής από τα Κιρκινέζια κατά την μετά-αναπαραγωγική περίοδο (De Frutos, et al., 2010) και κατά τη διαχείμαση στην Ισπανία (Tella & Forero, 2000a). Στη Θεσσαλία, τα ακαλλιέργητα/αγροαναπαύσεις/βοσκότοποι αποτελούν ενδιαίτημα τροφοληψίας για τα Κιρκινέζια, ωστόσο είναι λιγότερο προτιμηταία από τις καλλιέργειες σιτηρών, ενώ παρ' όλη τη μικρή έκταση που καλύπτουν, επιλέγονται με μεγαλύτερη

συχνότητα από τις πολυάριθμες καλλιέργειες βαμβακιού της περιοχής (Sfougaris, et al., 2004).

Έπειτα, τα παραδοσιακά καλλιεργούμενα σιτηρά επιλέγονται από το Κιρκινέζι, ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξής τους και την εποχή του χρόνου (Ursua, et al., 2005), ως ενδιαιτήματα υψηλών διατροφικών πόρων, όπως Ορθόπτερα, και ικανοποιητικής προσβασιμότητας (De Frutos, et al., 2010). Οι περισσότερες έρευνες συμφωνούν στην προτίμηση των Κιρκινεζιών στα σιτηρά ως τροφοληπτικό ενδιαίτημα (Parr, et al., 1995; Tella, et al., 1998; Sfougaris, et al., 2004; Calabuig, et al., 2010; Rodriguez, et al., 2013), ωστόσο τονίζουν πως πρόκειται για μη εντατικές καλλιέργειες, ξηρικές και χωρίς αγροχημικά (Donazar, et al., 1993; Bustamante, 1997; De Frutos, et al., 2010), ενώ τα σιτηρά αποφεύγονται από τα πουλιά όταν είναι πολύ πυκνά και ψηλά (Franco, et al., 2005) ή/και έχουν υψηλές εισροές αγροχημικών (Garcia, et al., 2006). Τα σιτηρά χρησιμοποιούνται από το Κιρκινέζι τόσο πριν όσο και μετά την εκκόλαψη των νεοσσών, όταν πλέον τα χωράφια έχουν θεριστεί και απομένει η καλαμιά (Franco, et al., 2004b), κάτι το οποίο δε βρίσκει σύμφωνους άλλους συγγραφείς που θεωρούν πως τα σιτηρά είναι υψηλής ποιότητας τροφοληπτικό ενδιαίτημα έως το θερισμό, ενώ η καλαμιά διατηρεί χαμηλό απόθεμα τροφής για την κρίσιμη περίοδο της ανατροφής των νεοσσών (Catry, et al., 2012a). Κατά τις ημέρες του θερισμού, τα σιτηρά προσφέρουν μια παροδική έξαρση λείας, κυρίως Ορθοπτέρων, που προσελκύει έντονα τα Κιρκινέζια, καθώς μειώνεται ο χρόνος κυνηγιού και αυξάνεται ο ρυθμός πρόσληψης της λείας, ωστόσο ο θερισμός προκαλεί υψηλή θνησιμότητα και διασπορά στα Ορθόπτερα, οπότε η ύφεση αφθονίας λείας οδηγεί τα Κιρκινέζια στην απόρριψη αυτού του εφήμερου ενδιαιτήματος (Catry, et al., 2014).

Οι αρδευόμενες, εντατικές καλλιέργειες με υψηλή εισροή αγροχημικών όπως βαμβάκι, καλαμπόκι, ηλίανθος, κλπ. θεωρούνται σε γενικές γραμμές απειλή για τα Κιρκινέζια (Ursua, et al., 2005), τα οποία τις αποφεύγουν για τροφοληψία, παρότι καταλαμβάνουν εκτενείς περιοχές γύρω από τις αναπαραγωγικές αποικίες τους (Donazar, et al., 1993; Sfougaris, et al., 2004; De Frutos & Olea, 2008). Οι εντατικές πρακτικές αυτών των καλλιεργειών πιθανόν αλλάζουν τους βιολογικούς κύκλους της λείας και τη σύσταση του εδάφους λόγω της άρδευσης (Tella & Forero, 2000a) και μειώνουν την αφθονία των Αρθροπόδων λόγω των φυτοφαρμάκων. Εντομοκτόνα όπως τα οργανοφωσφορικά, μπορεί να επηρεάζουν τα Κιρκινέζια, λόγω μείωσης της διαθέσιμης λείας, αλλά και λόγω κατανάλωσης ακατάλληλης, μολυσμένης λείας, π.χ. Ορθόπτερα που αρπάζονται και ευκολότερα υπό την επήρεια του φαρμάκου, γεγονός που προκαλεί δηλητηρίαση στα πουλιά, μειώνει την αναπαραγωγική τους απόδοση και αυξάνει τη θνησιμότητά τους (Ortego, et al., 2007). Επιπλέον, οι καλλιέργειες αυτές κατά την πλήρη ανάπτυξή τους είναι ιδιαίτερα πυκνές και τα

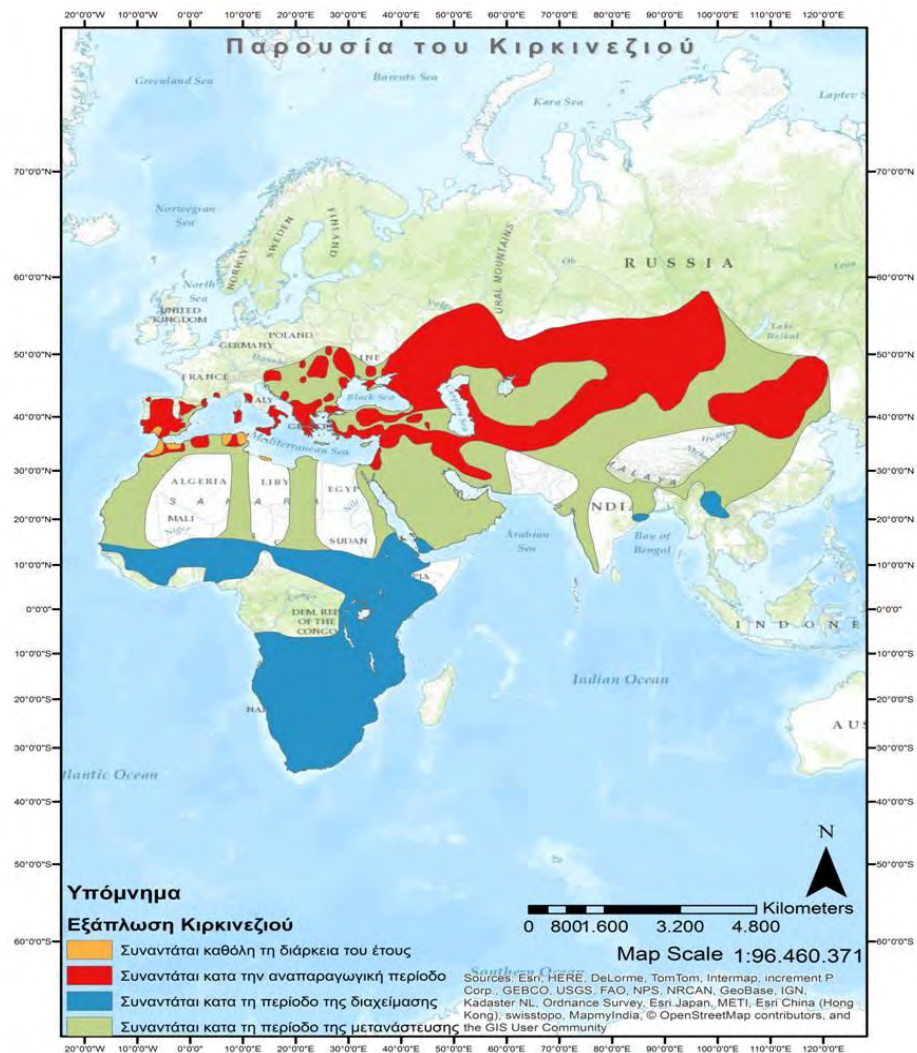
φυτά φτάνουν σε μεγάλο ύψος (π.χ. ηλίανθος 1-1,5m., καλαμπόκι 1,5-2m.), εμποδίζοντας τα πουλιά να προσεγγίσουν τη λεία (De Frutos, et al., 2010).

Ωστόσο, όλες οι αροτραίες καλλιέργειες είναι δυνατόν να επιλέγονται από το Κιρκινέζι για τροφοληψία, σε κάποιο στάδιο της ανάπτυξής τους, όταν το ύψος της βλάστησης και η βλαστική κάλυψη δε δυσχεραίνουν το πουλί, ή όταν οι αγροτικές εργασίες διευκολύνουν την πρόσβαση στη λεία (Rodriguez, et al., 2013). Αφενός, στη φάση που τα χωράφια είναι οργωμένα, ή τα φυτά έχουν πολύ μικρό ύψος, επιλέγονται για τροφοληψία από το Κιρκινέζι (Tella, et al., 1998; Franco, et al., 2004b; Calabuig, et al., 2010), αφετέρου τα ακαλλιέργητα περιθώρια αυτών των καλλιεργειών επιλέγονται ισχυρά (Ursua, et al., 2005) και επίσης κάποιοι τύποι αρδευόμενων καλλιεργειών, όπως η μηδική, συνιστούν προτιμώμενο τροφοληπτικό ενδιαίτημα για το Κιρκινέζι κυρίως μετά από τις κοπές της (Ursua, et al., 2005; Gustin, et al., 2014).

Η καταλληλότητα των τύπων καλλιέργειας για τροφοληψία από το Κιρκινέζι, διαφέρει ανάλογα με το αν μελετάται στιγμιαία ή συσσωρευτικά και είναι σημαντικό να δίνεται βάση στη φαινολογία μιας καλλιέργειας, το ύψος και την κάλυψη της βλάστησης, τους παράγοντες δηλαδή που επηρεάζουν την πρόσβαση στη λεία από το πουλί και αντικατοπτρίζουν τον υψηλό δυναμισμό του μωσαϊκού αγροτικού τοπίου. Ο συνδυασμός της δυναμικής των πληθυσμών λείας και της φαινολογίας της καλλιέργειας, επιδρούν και καθορίζουν την τροφοληπτική επιτυχία για το Κιρκινέζι (Rodriguez, et al., 2013).

1.4.6 Εξάπλωση, απειλές και πληθυσμιακές τάσεις

Το εύρος εξάπλωσής του Κιρκινεζιού καλύπτει μέρος της Παλαιαρκτικής Ζώνης, νοτίως του 55^ο παράλληλου. Κατά την αναπαραγωγική περίοδο συναντάται από άκρη σε άκρη της Ευρασίας, από την Πορτογαλία έως τη Μαντζουρία στην Κίνα, κυρίως μεταξύ των γεωγραφικών πλατών 30° έως 55° (Bensusan & Cortés, 2007), ενώ κυρίως μεταναστεύει για διαχείμαση στην υποσαχάρια Αφρική (Εικόνα 6). Κιρκινέζια από τη νοτιοανατολική Ισπανία και άλλα από την Πορτογαλία βρέθηκε πως διαχειμάζουν στο δυτικό Σάχελ, στα σύνορα Μαυριτανίας, Μάλι και Σενεγάλης (Catry, et al., 2011; Liminana, et al., 2012). Εξαίρεση αποτελεί ένα μικρό ποσοστό του πληθυσμού που παραμένει στην Ισπανία, τη βόρεια Αφρική, τη νότια Τουρκία και τη Μάλτα καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου (Tella & Forero, 2000a; Iñigo & Barov, 2010).



Εικόνα 6. Παγκόσμια εξάπλωση του Κιρκινεζιού (*Falco naumanni*). (Birdlife International 2014, επεξεργασία από Κ. Βλαχόπουλο).

Το Κιρκινέζι θεωρούνταν άλλοτε ένα από τα πιο κοινά αρπακτικά της Ευρώπης, ωστόσο υπέστη ιστορική ύφεση στους πληθυσμούς του κατά τη διάρκεια του 20ού αιώνα (Rodriguez & Bustamante, 2003). Η μείωση από κοινού έκτασης και ποιότητας των τροφοληπτικών ενδιαιτημάτων του, έχει θεωρηθεί η κύρια αιτία πληθυσμιακής ύφεσης του πουλιού (Gustin, et al., 2014). Οι αλλαγές στις χρήσεις γης επηρεάζουν την αφθονία και την ποιότητα της λείας, που με τη σειρά της μειώνει την αναπαραγωγική επιτυχία του Κιρκινεζιού (Rodriguez & Bustamante, 2008). Οι εκτάσεις με τα προτιμώμενα ενδιαιτήματα τροφοληψίας για το Κιρκινέζι, όπως ακαλλιέργητες χορτολιβαδοκές εκτάσεις και αγραναπαύσεις, έχουν δώσει τη θέση τους σε άλλα ενδιαιτήματα, τα οποία συνήθως αποφεύγονται από το πουλί, τόσο στις περιοχές αναπαραγωγής, όσο και στις περιοχές διαχείμασης.

Οι σύγχρονες καλλιέργειες είναι εντατικές, αρδευόμενες και περιλαμβάνουν ευρεία χρήση αγροχημικών έναντι των Αρθροπόδων, της σημαντικότερης κατηγορίας λείας για το Κιρκινέζι. Τα αγροτικά φυτοφάρμακα και τα βαρέα μέταλλα, αρχικά δε βρέθηκε να έχουν άμεση επίπτωση στο πουλί, καθώς δεν αυξήθηκε η ευαισθησία των αυγών τους στη θραύση, ωστόσο η υψηλή θνησιμότητα των νεοσσών, λόγω λιμοκτονίας, σχετίστηκε με τις απότομες μειώσεις στους πληθυσμούς λείας που οφείλονται στα φάρμακα αυτά (Donazar, et al., 1993). Ο περιορισμός της διαθεσιμότητας λείας λόγω αγροχημικών επιβεβαιώνεται σε πολλές περιοχές όπως Τουρκία (Parr, et al., 1995), Ισραήλ (Liven-Schulman, et al., 2004), Ελλάδα (Sfougaris, et al., 2004).

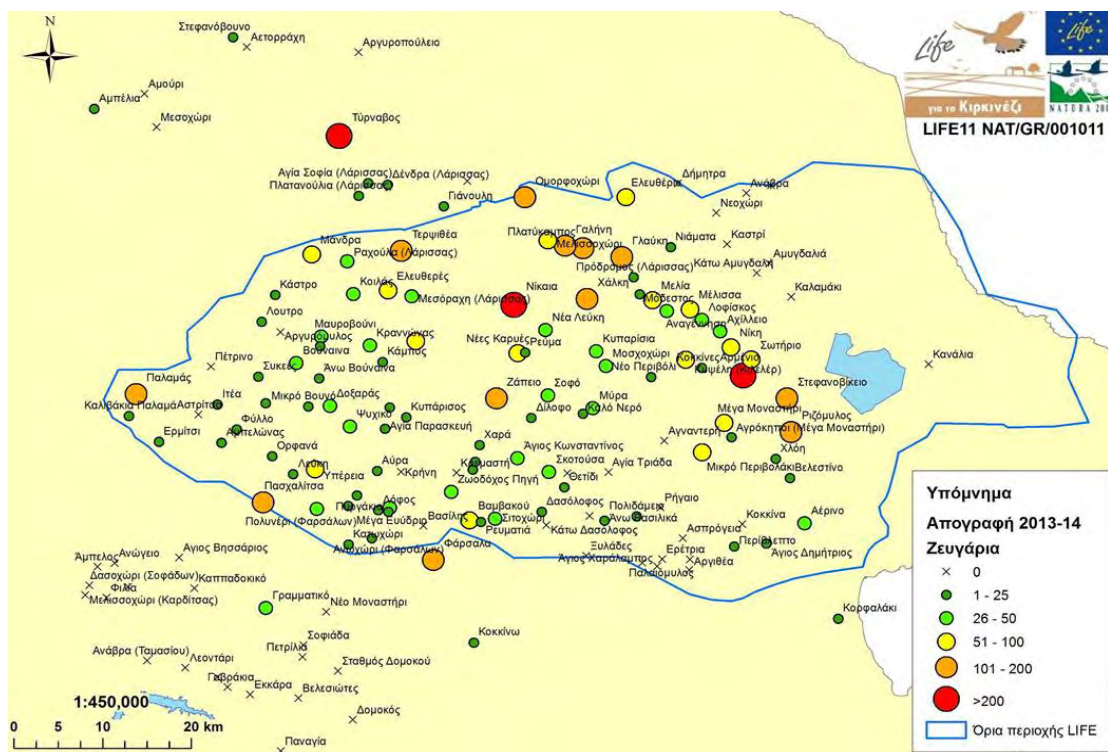
Συν τοις άλλοις, η εκμηχάνιση της γεωργίας έχει οδηγήσει στην αύξηση του μεγέθους των χωραφιών και την σχεδόν ολοκληρωτική εξαφάνιση των ακαλλιέργητων περιθωρίων τους (Donazar, et al., 1993). Ταυτόχρονα με την εντατικοποίηση της γεωργίας σε πολλές περιοχές, ήρθε και η εγκατάλειψή της σε άλλες, οι οποίες αναδασώνονται με φυσικό τρόπο και δυσχεραίνουν επίσης την εύρεση τροφής από το Κιρκινέζι (Bustamante, 1997). Επιπλέον, η χρήση νέων, πρωιμότερων ή οψιμότερων ποικιλιών, έχει αλλάξει την εποχή των αγροτικών μεταχειρίσεων, με αποτέλεσμα να επηρεάζονται οι πληθυσμοί λείας και κατά συνέπεια η διατροφή του Κιρκινεζιού (Tella & Forero, 2000a). Η σπανιότητα της λείας οδηγεί στη διεύρυνση της απόστασης των περιοχών αναζήτησης τροφής από τις αποικίες, γεγονός που κοστίζει στο πουλί, ιδιαίτερα την εποχή θρέψης των νεοσσών (Liven-Schulman, et al., 2004). Τέλος, η αύξηση των δενδρωδών καλλιεργειών, σε συνδυασμό με τον μετασχηματισμό των αροτραίων καλλιεργειών, θεωρήθηκε υπεύθυνη της πληθυσμιακής τάσης των Κιρκινεζιών σε κάποιες περιοχές, όπως η Σικελία (Sara, 2010).

Εκτός από την απώλεια διατροφικών πόρων, για τη δραματική αριθμητική μείωση των Κιρκινεζιών έχουν κατηγορηθεί η απώλεια θέσεων φωλεοποίησης (Franco, et al., 2005; Vlachos, et al., 2004) και η αστικοποίηση (Minias, et al., 2009), ο διαειδικός ανταγωνισμός (Bensusan & Cortés, 2007) και η κλιματική μεταβλητότητα (Rodriguez & Bustanante, 2003). Στην Ισπανία ωστόσο, οι μειώσεις στους αριθμούς των Κιρκινεζιών δε φάνηκε να σχετίζονται με τον διαειδικό ανταγωνισμό, ούτε με την απώλεια θέσεων φωλεοποίησης (Forero, et al., 1996). Συνοψίζοντας, στη Θεσσαλία, κύριες απειλές για το Κιρκινέζι φαίνεται να είναι η απώλεια τροφοληπτικών ενδιαιτημάτων, λόγω εντατικοποίησης της γεωργίας, η απώλεια θέσεων φωλεοποίησης, λόγω καταστροφής και εκσυγχρονισμού παλαιών κτιρίων, και η ευρεία χρήση φυτοφαρμάκων σε καλλιέργειες, όπως το βαμβάκι (Sfougaris, et al., 2004).

Ο δυτικοευρωπαϊκός πληθυσμός του Κιρκινεζιού μειώθηκε κατά 95% από το 1950 και ο νοτιοαφρικανικός κατά 50% από το 1971. Η κατακόρυφη αυτή πτώση των αριθμητικών

μεγεθών του Κιρκινεζιού, οδήγησε στην κατάταξή του ως Παγκοσμίως απειλούμενο είδος (Globally Threatened Species) και στην κατηγορία κινδύνου Τρωτό (Vulnerable). Συγκαταλέγεται στη λίστα του Παραρτήματος 1 της Οδηγίας για τα Πουλιά (49/409/EEC) και θεωρείται Είδος Προτεραιότητας (SPEC1), σύμφωνα με τη Birdlife International. Η μερική, πρόσφατη ανάκαμψη των πληθυσμών του, κυρίως λόγω επιτυχημένων διαχειριστικών προγραμμάτων, το επανέφεραν στην κατηγορία Μειωμένου Ενδιαφέροντος (Least Concern) από το 2011 (BirdLife International, 2015).

Ο ευρωπαϊκός αναπαραγόμενος πληθυσμός εκτιμάται σε 29.900 – 34.500 ζευγάρια, ενώ μερικές χιλιάδες φωλιάζουν εκτός Ευρώπης, κύρια στην Κεντρική Ασία (Iñigo & Baron, 2010). Τον σημαντικότερο αναπαραγόμενο πληθυσμό του είδους στην Ευρώπη φιλοξενεί η Ισπανία, ενώ σημαντικοί πληθυσμοί βρίσκονται και στην Τουρκία, Ελλάδα και Ιταλία. Το μέγεθος του αναπαραγόμενου πληθυσμού στη Θεσσαλία εκτιμάται στα 4.910-5.370 ζευγάρια από την απογραφή του 2013-2014 (Βλαχόπουλος, et al., 2014). Η περιοχή της Θεσσαλίας φιλοξενεί το μεγαλύτερο και σημαντικότερο πληθυσμό Κιρκινεζιών στην Ελλάδα, τουλάχιστον το 75% του συνολικού εθνικού πληθυσμού.



Εικόνα 7. Αναπαραγωγικές αποικίες Κιρκινεζιού στη Θεσσαλία, 2013-2014 (Βλαχόπουλος, et al., 2014).

2 Σκοπός της έρευνας

Η εργασία αυτή είχε ως στόχο την μελέτη και εκτίμηση της αφθονίας τροφής για το αρπακτικό Κιρκινέζι (*Falco naumanni*), σε αγροτικά οικοσυστήματα της Θεσσαλίας, κατά την αναπαραγωγική περίοδο του πουλιού, από τον Απρίλιο έως τον Ιούλιο του 2014. Παράλληλα, πραγματοποιήθηκε ανάλυση των διατροφικών επιλογών Κιρκινεζιών, ώστε τα ευρήματα των δύο προσεγγίσεων στη διατροφική οικολογία του είδους να συσχετιστούν. Πρόκειται για ένα πείραμα πεδίου, το οποίο επιχειρεί να συμβάλει στην έρευνα για το είδος, από την οπτική της διατήρησης και προστασίας του, σε πραγματικές συνθήκες. Καθώς το Κιρκινέζι είναι ένα πουλί απόλυτα συνυφασμένο με το αγροτικό τοπίο της Θεσσαλίας, όπου αναπαράγεται και τρέφεται με ζωικούς οργανισμούς των χωραφιών, η μελέτη της διατροφής του σχετίζεται με τα διαθέσιμα αποθέματα τροφής στις καλλιέργειες της περιοχής, αφθονία που με τη σειρά της είναι αποτέλεσμα της ανθρώπινης παρέμβασης και διαχείρισης των οικοσυστημάτων αυτών, μέσω της γεωργίας.

Οι τύποι καλλιεργειών που επιλέχθηκαν ήταν τα βαμβάκια και τα καλαμπόκια, θερινές, εντατικές, αρδευόμενες καλλιέργειες, οι οποίες καταλαμβάνουν σημαντικές εκτάσεις της περιοχής έρευνας. Ταυτόχρονα, η μελέτη περιλάμβανε και χέρσα/ακαλλιεργήτα χωράφια, αγροαναπαύσεις και βοσκότοπους, ως μέτρο σύγκρισης της πανιδικής ποικιλότητας της περιοχής, αλλά και διότι τα συστήματα αυτά αποτελούν επιλεγόμενα τροφοληπτικά ενδιαίτηματα από το Κιρκινέζι. Η αφθονία και ποικιλότητα των χωραφιών του πειράματος, εκτιμήθηκε σε τρεις διαδοχικές δειγματοληπτικές περιόδους, ώστε να αντανakλώνται οι διαδοχικές φάσεις της αναπαραγωγικής περιόδου του Κιρκινεζιού, σε συνδυασμό με τα διαφορετικά φαινολογικά χαρακτηριστικά των ενδιαιτημάτων αυτών.

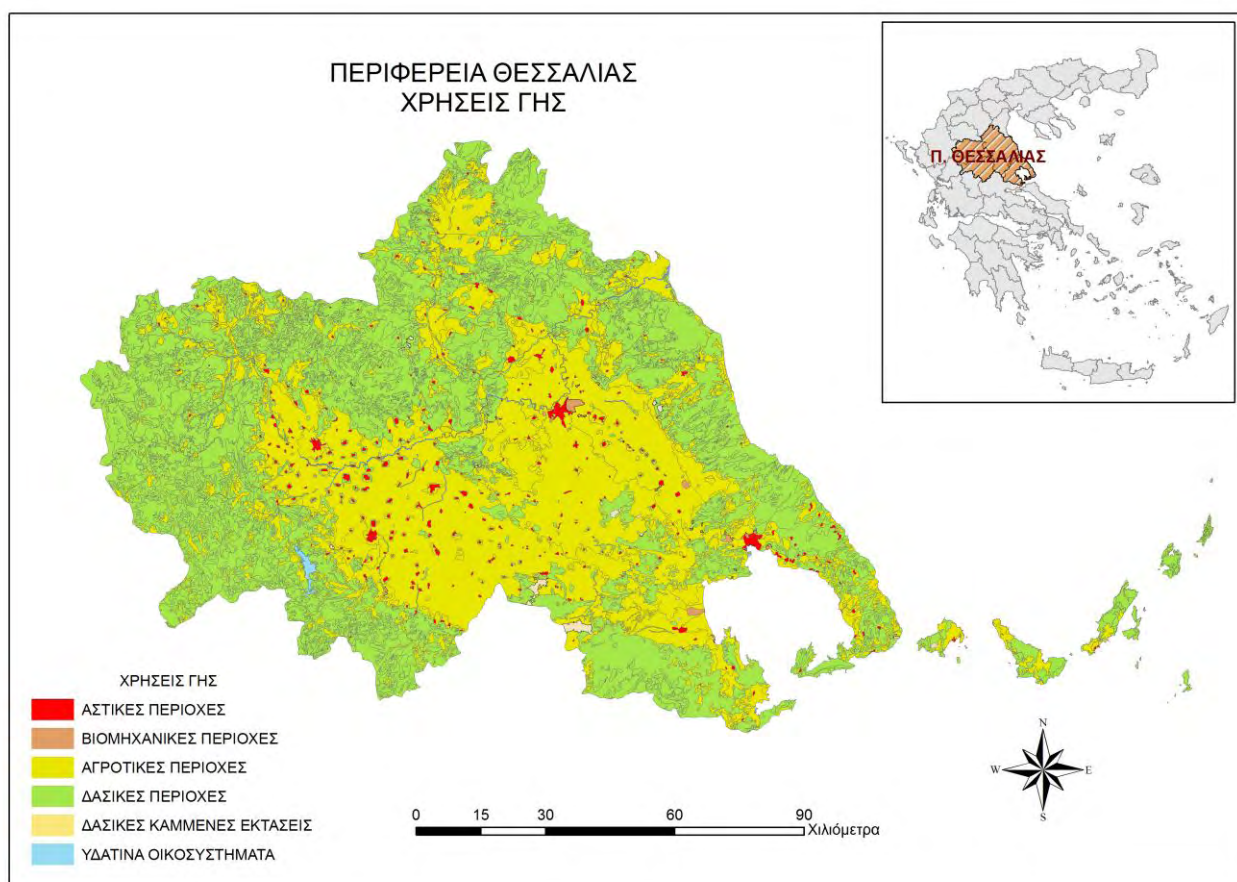
Οι μετρήσεις πλούτου, αφθονίας και ποικιλότητας εδαφικής πανίδας Αρθροπόδων, κυρίως Κολεοπτέρων, πραγματοποιήθηκαν με χρήση εδαφικών παγίδων παρεμβολής, ενώ για την εκτίμηση παρουσίας και πυκνότητας Ορθοπτέρων πραγματοποιήθηκαν γραμμικές διαδρομές καταμετρήσεών τους. Τα παραπάνω έλαβαν χώρα σε όλους τους τύπους καλλιεργειών και όλες τις δειγματοληπτικές περιόδους του πειράματος. Την ίδια στιγμή, παράλληλα με την εκτίμηση των διαθέσιμων τροφικών αποθεμάτων για το Κιρκινέζι στα χωράφια, η ανάλυση της πραγματικής δίαιτας του πουλιού περιλάμβανε συλλογή εμετικών σύμπτων του πουλιού (Απρίλιος-Σεπτέμβριος 2014), η οποία οδηγεί σε ποιοτικά και ποσοτικά συμπεράσματα για τις διατροφικές επιλογές του. Οι μελέτες της διατροφικής οικολογίας ενός είδους, όπως η συγκεκριμένη, επιχειρούν να εξάγουν χρήσιμα συμπεράσματα, τόσο στο πεδίο της επιστημονικής γνώσης, όσο και στην κατεύθυνση της πρακτικής εφαρμογής τους, μέσω διαχειριστικών προγραμμάτων, που στόχο έχουν τη

διατήρηση και προστασία ειδών απειλούμενων από τον άνθρωπο, όπως το Κιρκινέζι, και την ενίσχυση της βιοποικιλότητας γενικότερα.

3 Υλικά και Μέθοδοι

3.1 Γενικά στοιχεία περιοχής έρευνας

Το γεωγραφικό διαμέρισμα Θεσσαλίας καταλαμβάνει το ανατολικό τμήμα του ηπειρωτικού κορμού της κεντρικής Ελλάδας, έχει έκταση 14.037 Km² και αντιστοιχεί στο 10,7% της συνολικής έκτασης της χώρας. Συνορεύει προς βορρά με τα γεωγραφικά διαμερίσματα Δυτικής και Κεντρικής Μακεδονίας, προς νότο με το γεωγραφικό διαμέρισμα Στερεάς Ελλάδας, δυτικά με το γεωγραφικό διαμέρισμα Ηπείρου, ενώ ανατολικά βρέχεται από το Αιγαίο πέλαγος. Το 36,0% του εδάφους της είναι πεδινό, το 17,1% ημιορεινό, ενώ το 44,9% είναι ορεινό. Το μέσο υψόμετρο του διαμερίσματος είναι 285m. Το γεωγραφικό διαμέρισμα χαρακτηρίζεται από το θεσσαλικό κάμπο, ο οποίος αποτελεί τη μεγαλύτερη πεδιάδα της χώρας. Η εδαφική διαμόρφωση της Θεσσαλίας είναι τέτοια, ώστε μεγάλοι ορεινοί όγκοι περιβάλλουν το θεσσαλικό κάμπο, ο οποίος διαρρέεται από τα δυτικά προς τα ανατολικά από τον ποταμό Πηνειό, που είναι το τρίτο μεγαλύτερο ποτάμι της χώρας (ΙΕΤΕΘ, 2013).

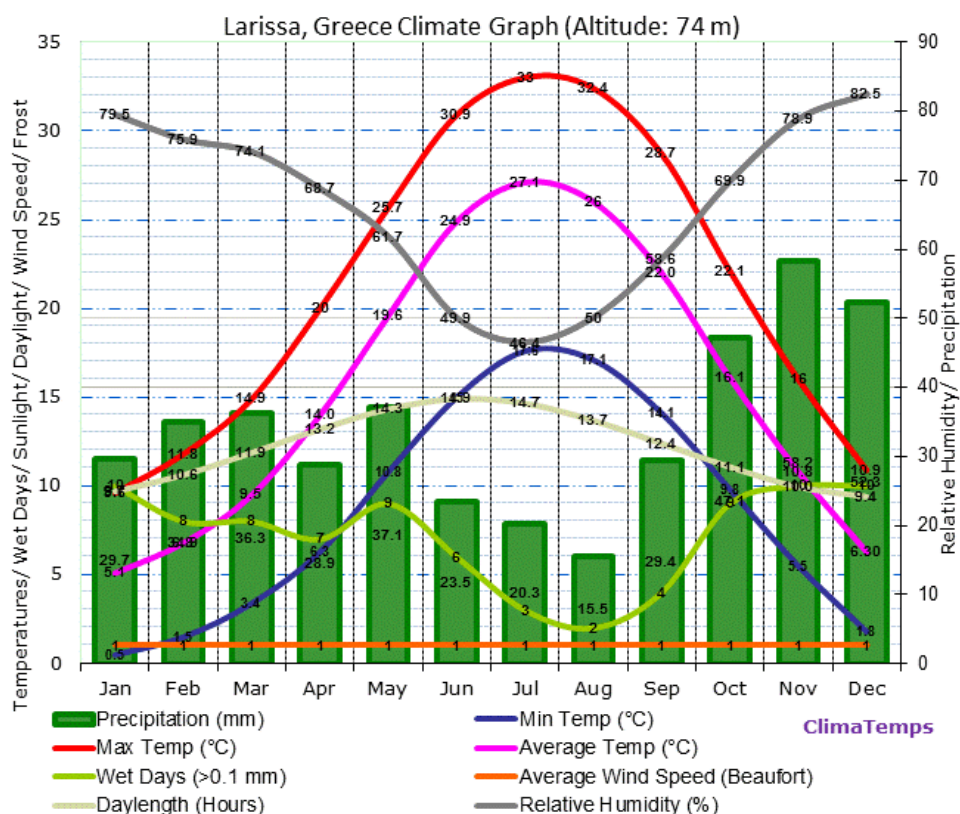


Εικόνα 8. Χρήσεις γης στο γεωγραφικό διαμέρισμα Θεσσαλίας (Περιφέρεια Θεσσαλίας, 2011).

Παλαιότερα, τα πλημμυρικά νερά του Πηνειού τροφοδοτούσαν τη λίμνη Κάρλα, σχέση που διακόπηκε με την αποξήρανση της λίμνης. Η Κάρλα ήταν η μεγαλύτερη φυσική λίμνη της Θεσσαλίας και ένας από τους σημαντικότερους υδροτόπους της Ελλάδας. Αποξηράνθηκε το 1962, προκαλώντας σημαντικά προβλήματα στο φυσικό και κοινωνικό περιβάλλον της περιοχής. Από το 1999, ξεκίνησε η ανασύσταση μέρους της λίμνης, με κατασκευή ταμιευτήρα 42.000 στρ. στο χαμηλότερο τμήμα της πρώην λίμνης, κοντά στο χωριό Κανάλια. Η σημερινή επιφάνεια της τεχνητής λίμνης είναι 38.000 στρ. (Chamoglou, et al., 2014).

3.2 Κλίμα-Μετεωρολογικά δεδομένα

Το κλίμα του ανατολικού, παράκτιου και ορεινού τμήματος της Θεσσαλίας χαρακτηρίζεται ως μεσογειακό, με θερμό και ξηρό καλοκαίρι και ήπιο χειμώνα. Ο κάμπος της Θεσσαλίας, εξαιτίας των βουνών που τον περικλείουν και εμποδίζουν την άμεση

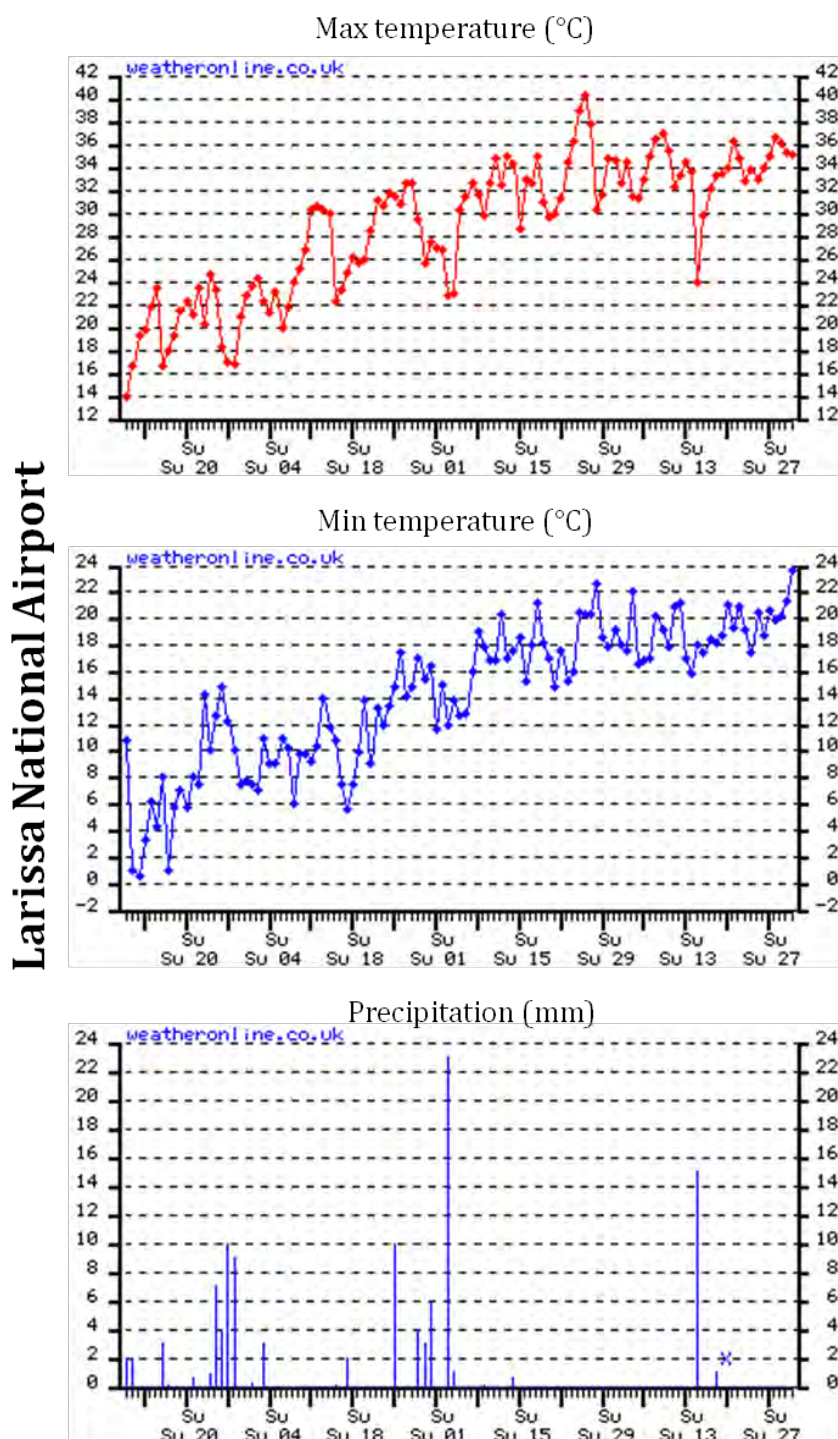


Εικόνα 9. Κλιματικό γράφημα Λάρισας. (Πηγή: <http://www.larissa.climateemps.com/graph.php>).

επίδραση της θάλασσας, έχει ηπειρωτικό κλίμα, με θερμό καλοκαίρι και ψυχρό χειμώνα. Η μέση ετήσια θερμοκρασία κυμαίνεται από 16-17 °C. το ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος είναι περίπου 20 °C στις περιοχές κοντά στη θάλασσα, ενώ στις ηπειρωτικότερες αυξάνει (περίπου 23 °C στη Λάρισα). Ο ψυχρότερος μήνας είναι ο Ιανουάριος με μέση θερμοκρασία 5,6 °C και ο θερμότερος ο Ιούλιος με 27,2 °C (Λάρισα). Τα ετήσια ποσοστά βροχόπτωσης παρουσιάζουν

μεγάλη χωρομεταβλητότητα και κυμαίνονται από 445,2mm (Βόλος), μέχρι 1.069,2mm (Ασπροπόταμος) (Λιαρίκος, et al., 2012).

Το 2014, η μέση μηνιαία θερμοκρασία την περίοδο διεξαγωγής του πειράματος ήταν 15,7 °C τον Απρίλιο, 20,7 °C το Μάιο, 25,9 °C τον Ιούνιο και 27,9 °C τον Ιούλιο (μετεωρολογικός σταθμός Λάρισας). Στην Εικόνα 10, παρουσιάζονται οι μέγιστες και ελάχιστες εβδομαδιαίες θερμοκρασίες για την περίοδο από 10 Απριλίου 2014 έως 31 Ιουλίου 2014, καθώς και η μέση εβδομαδιαία βροχόπτωση για την ίδια περίοδο.



Εικόνα 10. Μέγιστη εβδομαδιαία θερμοκρασία, ελάχιστη εβδομαδιαία θερμοκρασία και βροχόπτωση στην περιοχή έρευνας, από τον Κρατικό Αερολιμένα Λάρισας (Πηγή: <http://www.weatheronline.co.uk>).

3.3 Χρήσεις αγροτικής γης

Η καλλιεργήσιμη έκτασή της Θεσσαλίας ανέρχεται σε 4.999.353 στρ., που αντιστοιχεί στο 12,68% καλλιεργήσιμης έκτασης της χώρας. Το 46% της καλλιεργούμενης έκτασης βρίσκεται στο νομό Λάρισας. Οι ετήσιες καλλιέργειες καλύπτουν το 81,1% της συνολικής έκτασης και έπονται οι δενδρώδεις καλλιέργειες οι οποίες καλύπτουν το 11,1% της συνολικής καλλιεργούμενης έκτασης. Στη Θεσσαλία 1.636.662 στρ. καλλιεργούνται με δημητριακά, 1.392.299 στρ. καλλιεργούνται με βιομηχανικά φυτά και 83.111 στρ. με άλλες ετήσιες καλλιέργειες (Περιφέρεια Θεσσαλίας, 2011). Οι ετήσιες καλλιέργειες, που κυριαρχούν στον κάμπο της Θεσσαλίας, είναι πλήρως μηχανοποιημένες σε όλα τα στάδια παραγωγής από τη σπορά ή μεταφύτευση έως και τη συγκομιδή και αφορούν κυρίως βαμβάκι και δημητριακά. Το βαμβάκι καταλαμβάνει τη δεύτερη θέση σε καλλιεργήσιμη έκταση (1.227.461 στρ.) μετά το σκληρό σιτάρι, ενώ το καλαμπόκι αποτελεί μικρότερης έκτασης σημαντική καλλιέργεια της Θεσσαλίας (335.596 στρ.). Τέλος, 565.000 στρ. καταλαμβάνουν οι λοιπές καλλιεργήσιμες εκτάσεις, μεταξύ των οποίων είναι και οι αγραναπαύσεις, τα λιβάδια και οι βοσκότοποι (ΕΛΣΤΑΤ, 2013).

Πίνακας 1. Κατάταξη των κυριότερων καλλιεργειών φυτικής παραγωγής της Περιφέρειας Θεσσαλίας ανά συνολικά καλλιεργήσιμη έκταση (Περιφέρεια Θεσσαλίας, 2011).

Σειρά Κατάταξης	Τομέας Φυτικής παραγωγής	Καλλιεργήσιμη Έκταση(στρ.)	Καλλιεργήσιμη Έκταση/Σύνολο Αροτραίων Εκτάσεων (%)
1	Σκληρό σιτάρι	1.311.541	29,97
2	Βαμβάκι	1.227.461	28,05
3	Λοιπά σιτηρά	466.330	10,66
4	Αραβόσιτος	335.596	7,67
5	Ελιά	335.569	7,67
6	Ζωοτροφές	312.871	7,15
7	Δέντρα ξηρών καρπών	121.801	2,78
8	Κηπευτικά-Λαχανικά	76.933	1,76
9	Βιομηχανικά φυτά	57.998	1,33
10	Μηλοειδή	46.040	1,05
11	Αμπελώνες	37.687	0,86
12	Πυρηνόκαρπα	23.748	0,54
13	Οσπριοειδή	20.725	0,47
14	Αρωματικά φυτά	1.618	0,04
15	Ανθοκομικές καλλιέργειες	578	0,01
	Σύνολο	4.376.496	100,00

3.4 Περιοχή Έρευνας

Η παρούσα μελέτη εκπονήθηκε στη Θεσσαλία και συγκεκριμένα σε περιοχή του θεσσαλικού κάμπου, μεταξύ των νομών Μαγνησίας και Λάρισας, γύρω από τα χωριά Ριζόμυλος, Στεφανοβίκειο, Αρμένιο, Σωτήριο και πλησίον της λίμνης Κάρλα. Η περιοχή έρευνας καλύπτει έκταση 96,7km². Οι σταθμοί διεξαγωγής του πειράματος ήταν επιλεγμένα σημεία πεδινών εκτάσεων του κάμπου, όπου κυριαρχούν οι αροτραίες καλλιέργειες, ενώ συχνές επισκέψεις γίνονταν στο εσωτερικό των οικισμών, με σκοπό τη συλλογή εμεσμάτων (pellets). Οι κυριότερες καλλιέργειες της περιοχής περιλαμβάνουν σιτηρά (σιτάρι, κριθάρι) και καλαμπόκι, καθώς και βαμβάκι και ψυχανθή (π.χ. πολυετής μηδική). Ανάμεσα στα καλλιεργούμενα αγροτεμάχια, υπάρχουν μικρές εκτάσεις χέρσων και ακαλλιέργητων χωραφιών, καθώς και χωράφια που βρίσκονται σε αγρανάπαυση, ή χρησιμοποιούνται ως βοσκότοποι. Η περιοχή αποτελεί τον πυρήνα της τροφοληπτικής συμπεριφοράς των Κιρκινεζιών που αποικίζουν τα παρακείμενα χωριά και με αυτό το κριτήριο επιλέχθηκε. Επιπλέον, η διεξαγωγή του πειράματος έγινε εντός των ορίων της περιοχής του προγράμματος LIFE11NAT/GR/001011, με τίτλο: "Διατήρηση και διαχείριση του Κιρκινεζιού (*Falco naumanni*) σε τρεις Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ) της Ελλάδας" (Εικόνα 11).



Εικόνα 11. Περιοχή του προγράμματος LIFE για το Κιρκινέζι (LIFE11NAT/GR/001011).

Το πρόγραμμα υλοποιείται στις Ζώνες Ειδικής Προστασίας (Special Protection Areas - SPA) για την Ορνιθοπανίδα, όπως ορίζονται στην Οδηγία 79/409/ΕΚ:

- GR1420011 - Περιοχή θεσσαλικού κάμπου
- GR1430007 - Περιοχή ταμιευτήρων πρώην λίμνης Κάρλας
- GR1420006 - Όρος Μαυροβούνι

Η ΖΕΠ της περιοχής θεσσαλικού κάμπου έχει κριθεί ως κρίσιμο ενδιαίτημα αναπαραγωγής και τροφοληψίας για το Κιρκινέζι, ενώ η ΖΕΠ της περιοχής ταμιευτήρων πρώην λίμνης Κάρλας έχει κριθεί επίσης ως κρίσιμο ενδιαίτημα τροφοληψίας για το είδος. Το Κιρκινέζι αποτελεί είδος χαρακτηρισμού και για τις τρεις ΖΕΠ.

3.5 Σταθμοί δειγματοληψίας

Επιλέχθηκαν 20 σταθμοί δειγματοληψίας εντός της περιοχής έρευνας (Εικόνα 12). Η επιλογή των σταθμών έγινε με το πρόγραμμα ArcGIS 10, χρησιμοποιώντας ως υπόβαθρο διανυσματικό αρχείο των καλλιεργειών της περιοχής. Οι 20 σταθμοί δημιουργήθηκαν από το πρόγραμμα με τυχαίο τρόπο, με χρήση του εργαλείου ‘create random points’ και προϋπόθεση να διατηρούν απόσταση $\geq 500\text{m}$. μεταξύ τους. Σε κάθε σταθμό δειγματοληψίας, εντοπίστηκαν οι πλησιέστερες καλλιέργειες του πειραματικού σχεδιασμού και αποτέλεσαν τα δειγματοληπτικά σημεία στις τρεις δειγματοληπτικές περιόδους που ακολούθησαν. Οι τύποι καλλιεργειών που επιλέγονταν σε κάθε σταθμό δειγματοληψίας ήταν βαμβάκι, καλαμπόκι, καθώς και χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια ή βοσκότοποι. Στις παραπάνω τρεις κατηγορίες καλλιεργειών έλαβε χώρα η έρευνα πεδίου του πειράματος. Για κάθε επιλεγμένο χωράφι συμπληρώνονταν πρωτόκολλο καταγραφής γενικών πληροφοριών που περιελάμβανε τα παρακάτω:

Ημερομηνία-ώρα

Αριθμός σταθμού δειγματοληψίας

Συντεταγμένες αγροτεμαχίου

Τύπος καλλιέργειας

Στάδιο ανάπτυξης φυτών

Ύψος φυτών

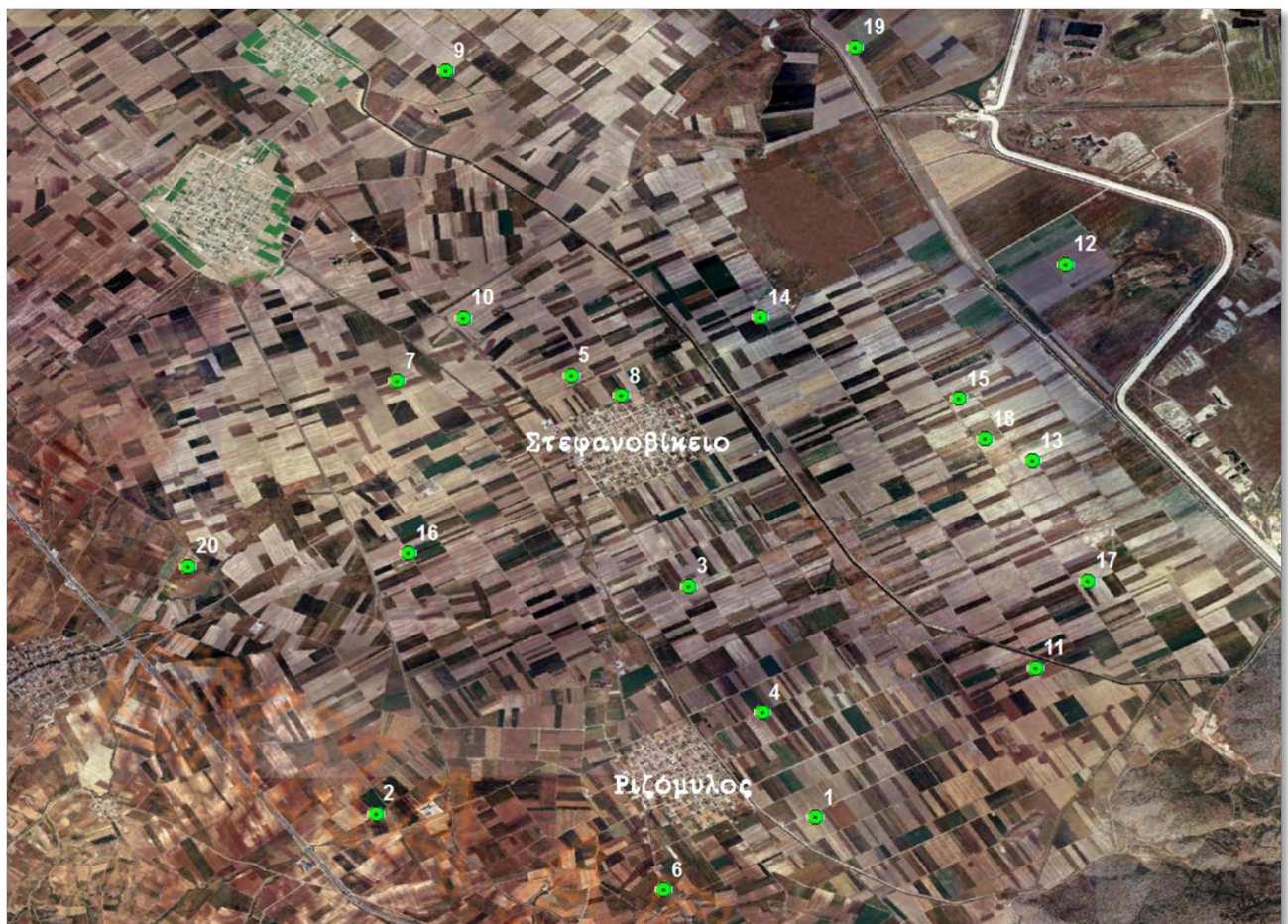
Ποσοστό εδαφοκάλυψης

Στοιχεία καλλιεργητικών πρακτικών, π.χ. άρδευση, χρήση φυτοφαρμάκων

Μέγεθος ακαλλιέργητων περιθωρίων

Τροφοληπτική συμπεριφορά Κιρκινεζιών στο σημείο κ.λπ.,

ενώ το κάθε αρχείο συνοδευόταν με ενδεικτική φωτογραφία. Επιπλέον, γινόταν καταγραφή καιρικών συνθηκών και θερμοκρασίας, σε τακτά χρονικά διαστήματα κατά τις ημέρες δειγματοληψιών.



Εικόνα 12. Σταθμοί δειγματοληψίας του πειράματος (επιλογή θέσης των σταθμών, με το ArcGIS 10 από Χρ.Χρηστάκη).

3.6 Μέθοδοι δειγματοληψίας

3.6.1 Οι παγίδες παρεμβολής (pitfall traps) ως μέθοδος συλλογής εδαφόβιων Ασπονδύλων

Οι παγίδες παρεμβολής (pitfall traps) χρησιμοποιούνται ευρύτατα εδώ και έναν περίπου αιώνα, ως μια απλή, εύχρηστη και οικονομική μέθοδος δειγματοληψίας εδαφόβιων Ασπονδύλων, κυρίως Αρθροπόδων (Woodcock, 2005; Skvarla, et al., 2014). Η μέθοδος είναι αποτελεσματική για τη συλλογή ενεργητικών-κινητικών οργανισμών, που δραστηριοποιούνται στην επιφάνεια του εδάφους, όπως Κολεόπτερα, Αράχνες και Μυρμήγκια (Formicidae), ενώ προτείνεται χρήση της σε περιοχές με χαμηλή βλάστηση, ή γυμνό έδαφος (Ausden & Drake, 2006). Ειδικά για τα Ορθόπτερα, οι παγίδες παρεμβολής αποτελούν κατάλληλη μέθοδο δειγματοληψίας για την εδαφόβια οικογένεια των Γρύλλων

(Gryllidae), ενώ για άλλες οικογένειες Ορθοπτέρων (Acrididae, Tettigoniidae), είναι ενδεικτικές της παρουσίας ατόμων τους, αλλά όχι εκτίμησης της αφθονίας τους (Nagy, et al., 2007).

Η κατασκευή της παγίδας είναι απλή και συνίσταται από ένα κυλινδρικό δοχείο συλλογής, θαμμένο στο ίδιο επίπεδο με την επιφάνεια του εδάφους, το οποίο παθητικά συλλέγει εδαφόβιους οργανισμούς, που συμπτωματικά πέφτουν μέσα στην παγίδα. Οι διαστάσεις του δοχείου ποικίλουν, ανάλογα με τους οργανισμούς που ο ερευνητής προτίθεται να συλλέξει. Η λειτουργία της παγίδας είναι συνεχής (24ωρη), συνεπώς συλλέγονται ημερόβια και νυκτόβια είδη (Ausden & Drake, 2006; Skvarla, et al., 2014). Μέσα στο δοχείο, συχνά περιέχεται κάποια συντηρητική ουσία, ώστε να καθυστερήσει την αποσύνθεση των συλλεχθέντων ατόμων, να αποτρέψει τον κανιβαλισμό μεταξύ τους και τη διαφυγή τους από την παγίδα (Ausden & Drake, 2006). Τα συντηρητικά που χρησιμοποιούνται, διαφοροποιούνται ως προς την προσέλκυση ή την απώθηση διαφορετικών taxa, γεγονός που ίσως επηρεάζει τη σύνθεση των συλλεχθέντων ατόμων (Weeks & McIntyre, 1997). Αξιόπιστα υλικά συντήρησης θεωρούνται τα αντιψυκτικά αυτοκινήτων (αιθυλενογλυκόλη ή προπυλενογλυκόλη) (Woodcock, 2005; Schmidt, et al., 2006; Ausden & Drake, 2006). Όπου χρησιμοποιούνται τέτοια υγρά, οι παγίδες πρέπει να φέρουν προστατευτικό κάλυμμα, καθώς είναι τοξικά για τα μεγαλύτερα ζώα. Το κάλυμμα αποτρέπει επίσης την εξάτμιση του περιεχόμενου υγρού και την υπερχειλίση των παγίδων με νερό της βροχής (Ausden & Drake, 2006).

Τα χαρακτηριστικά της παγίδας (μέγεθος, σχήμα, βάθος, χρώμα, υλικό κατασκευής) και το υγρό συντήρησης επηρεάζουν τις συλλήψεις (Woodcock, 2005; Skvarla, et al., 2014), και θα πρέπει να τυποποιούνται ώστε τα δεδομένα να είναι συγκρίσιμα. Το ίδιο ισχύει και τον αριθμό παγίδων, την απόσταση μεταξύ τους και τη χωρική κατανομή τους, αλλά και τη διάρκεια που αφήνονται στο πεδίο (Greenslade & Greenslade, 1971; Schmidt, et al., 2006). Οι συλλήψεις των παγίδων παρεμβολής επηρεάζονται από τις καιρικές συνθήκες και την εποχή, και ποικίλουν ανάλογα με την περιβάλλουσα βλάστηση, διότι υψηλή βλάστηση που γειτνιάζει με την παγίδα εμποδίζει την κίνηση των Ασπονδύλων (Greenslade, 1964). Επομένως, για είναι συγκρίσιμα τα δεδομένα των παγίδων, οι περιοχές δειγματοληψίας πρέπει να έχουν παρόμοια δομή βλάστησης και οι παγίδες να τοποθετούνται την ίδια χρονική περίοδο (Woodcock, 2005; Ausden & Drake, 2006). Επιπλέον, μικρά Θηλαστικά σε αποσύνθεση εντός της παγίδας λειτουργούν προσελκυστικά για κάποια taxa Κολεοπτέρων (π.χ. Silphidae), τα οποία μπορεί να υπερεκτιμηθούν αριθμητικά σε αυτή την περίπτωση. Το ίδιο συμβαίνει και με Κολεόπτερα που εκλύουν φερομόνες συνάθροισης, ώστε

προσελκύονται και άλλα άτομα του είδους μετά την παγίδευση του πρώτου ατόμου (Skvarla, et al., 2014).

Τελικά, από κοινού με άλλες τεχνικές παγίδευσης, οι συλλήψεις οργανισμών με παγίδες παρεμβολής αντικατοπτρίζουν τη σχετική δραστηριότητα της εδαφοπανίδας και την ευαισθησία του κάθε οργανισμού στην παγίδευση (Topping & Sunderland, 1992), ενώ η μέθοδος καθίσταται επιρρεπής στην παραγωγή ποιοτικών και όχι ποσοτικών αποτελεσμάτων (Woodcock, 2005). Καθώς κάθε είδος είναι δυνατόν να αποκριθεί διαφορετικά στην παρουσία της παγίδας, η πιθανότητες σύλληψης των ειδών ποικίλουν, συνεπώς το ποσοστό παρουσίας κάθε είδους στην παγίδα, δεν αντιπροσωπεύει απαραίτητα την πραγματική, σχετική αφθονία του στο υπό μελέτη ενδιαίτημα, με αποτέλεσμα η μέθοδος να θεωρείται ημι-ποσοτική (Woodcock, 2005).

3.6.2 Τοποθέτηση παγίδων παρεμβολής (pitfall traps)

Στα επιλεγμένα χωράφια των σταθμών δειγματοληψίας, τοποθετήθηκαν εδαφικές παγίδες παρεμβολής (pitfall traps), ώστε να γίνει μια εκτίμηση της εδαφοπανίδας της περιοχής και κυρίως να μελετηθεί ο πλούτος, η αφθονία, η ποικιλότητα και η διαθεσιμότητα πιθανών κατηγοριών λείας για το Κιρκινέζι (Κολεόπτερα, Ορθόπτερα, Δερμάπτερα, Χειλοποδα, κ.λπ.). Επιπλέον, στις παγίδες παρεμβολής συλλέγονται και μη εδαφόβια taxa όπως Δίπτερα, Υμενόπτερα, Ορθόπτερα κ.λπ., παρότι η μέθοδος δε θεωρείται κατάλληλη για τη σύλληψή τους. Τα taxa αυτά προσμετρήθηκαν στο γενικό περιεχόμενο των παγίδων, ωστόσο δεν έγινε περαιτέρω ανάλυση της αφθονίας τους.



Εικόνα 13. Παγίδες παρεμβολής.



χωρητικότητα 1L (διαμέτρου στομίου 13cm και πυθμένα 9,5cm), το οποίο θαβόταν στο έδαφος με τρόπο ώστε το στόμιο του δοχείου να βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο με την επιφάνεια του εδάφους. Το δοχείο

Σε κάθε χωράφι τοποθετούνταν 5 παγίδες παρεμβολής σε ευθεία γραμμή, σε αποστάσεις τουλάχιστον 10m μεταξύ τους και απέχοντας περισσότερο από 10m από τα όρια των καλλιεργειών προς το εσωτερικό τους, ώστε να αποφευχθεί το φαινόμενο της επίδρασης ορίου (edge effect). Η παγίδα αποτελούνταν από πλαστικό δοχείο



Εικόνα 14. Διάταξη παγίδων παρεμβολής στο πεδίο.

της παγίδας περιείχε 330ml διαλύματος ($\approx 250\text{ml}$ νερό και $\approx 80\text{ml}$ ψυκτικό υγρό αυτοκινήτων-Paraflu), καθώς και τρίμματα πράσινου σαπουνιού. Το ψυκτικό υγρό περιείχε 25%.κ.β.αιθυλενογλυκόλη και χρησιμοποιήθηκε ως μέσο παγίδευσης και συντήρησης, μη προσελκυστικό για τους εδαφόβιους οργανισμούς (Schmidt, et al., 2006). Το δε πράσινο σαπούνι χρησίμευε για την ελάττωση της επιφανειακής τάσης του υγρού. Πάνω από την παγίδα τοποθετούνταν πλαστικό κάλυμμα, για την προφύλαξη της από καιρικά φαινόμενα και μεγαλύτερα ζώα.

Οι παγίδες παρεμβολής έμεναν ενεργές στο έδαφος για μία εβδομάδα από την ημέρα τοποθέτησής τους (πλην εξαιρέσεων που συλλέχθηκαν νωρίτερα ή αργότερα). Κατά τη συλλογή των παγίδων, οι συλληφθέντες οργανισμοί κάθε παγίδας απομονώνονταν με τη βοήθεια σουρωτηριού και τοποθετούνταν σε σημασμένο σακουλάκι τύπου ziplock. Το συλλεχθέν υλικό διατηρήθηκε σε καταψύκτη του εργαστηρίου (-20°C) έως τη στιγμή ανάλυσής του. Τα Χορδωτά που συνελήφθησαν (Αμφίβια, Ερπετά, Θηλαστικά), καταγράφηκαν επιτόπου στο πεδίο και δεν περιελήφθησαν στην εργαστηριακή ανάλυση.

3.6.3 Οι γραμμικές διαδρομές (line transects) ως μέθοδος εκτίμησης πληθυσμών Ορθοπτέρων

Οι δειγματοληπτικές διαδρομές (transects) αποτελούν γρήγορη και οικονομική μέθοδο καταμέτρησης Ορθοπτέρων και χρησιμοποιούνται ευρέως για εκτίμηση πυκνότητας, αφθονίας και πλούτου των οικογενειών Acrididae και Tettigoniidae. Η τεχνική αποδεικνύεται πιο ακριβής σε ανοιχτές εκτάσεις με χαμηλή βλάστηση ($<50\text{cm}$ ύψος φυτών), όπου η πυκνότητα Ορθοπτέρων είναι σχετικά χαμηλή (<2 ενήλικα/ m^2) (Gardiner, et al., 2005).

Κατά τη γραμμική διαδρομή (line transect), ένας παρατηρητής κινείται κατά μήκος μιας προκαθορισμένης πορείας εντός της περιοχής έρευνας, καταμετρώντας άτομα του υπό μελέτη πληθυσμού. Στην περίπτωση των Ορθοπτέρων καταμετρώνται ακίνητα και κινούμενα άτομα (αποκρινόμενα με άλμα ή πτήση στην όχληση από τον παρατηρητή) (Isern-Vallverdu, et al., 1993). Οι διαδρομές θα πρέπει ιδεατά να είναι ευθείες, να είναι περισσότερες της μιας, χωρίς να επικαλύπτονται, συνήθως παράλληλες. Επιπλέον, η απόσταση μεταξύ των διαδρομών θα πρέπει να είναι σταθερή και προκαθορισμένη. Η ταχύτητα του παρατηρητή θα πρέπει να είναι σταθερή, αλλά όχι πολύ χαμηλή, καθώς με αυτό τον τρόπο αυξάνονται οι πιθανότητες για διπλομετρήσεις ή απώλεια μετρήσεων (Greenwood & Robinson, 2006). Ωστόσο, στην περίπτωση των Ορθοπτέρων, είναι δυνατόν ένα ποσοστό του πληθυσμού να μην καταμετρηθεί, λόγω μη παρατήρησής του, γιατί η κίνηση ενός ατόμου περιορίζεται από παράγοντες όπως: η χαμηλή θερμοκρασία, η βροχή, οι ισχυροί άνεμοι, το ηλικιακό στάδιο, το

ύψος και η πυκνότητα της βλάστησης. Ιδανικά, οι καταμετρήσεις θα πρέπει να γίνονται σε παρόμοιες, ευνοϊκές εξωτερικές συνθήκες (Isern-Vallverdu, et al., 1993).

Σε γραμμικές διαδρομές προκαθορισμένου πλάτους, είναι εύκολο να γίνει εκτίμηση της πυκνότητας των υπό μελέτη οργανισμών, αν πληρούνται οι εξής προϋποθέσεις:

- ✓ Όλα τα υπό μελέτη άτομα της διαδρομής ανιχνεύονται χωρίς απώλειες
- ✓ Αποφεύγονται διπλές μετρήσεις λόγω κίνησης των καταμετρούμενων ατόμων
- ✓ Οι αποστάσεις καταμέτρησης τηρούνται
- ✓ Κάθε καταμέτρηση είναι ένα ανεξάρτητο γεγονός

Υπό τις παραπάνω προϋποθέσεις, για την εκτίμηση της πυκνότητας του υπό μελέτη πληθυσμού ισχύει:

$$D = \frac{n}{2La}$$

όπου D η πυκνότητα ατόμων ανά μονάδα επιφάνειας

n ο αριθμός ατόμων που καταμετρήθηκαν στη διαδρομή

L το συνολικό μήκος της διαδρομής

a το $\frac{1}{2}$ του πλάτους της λωρίδας εντός της οποίας γίνονται οι καταμετρήσεις (Krebs, 2014a).

3.6.4 Καταμετρήσεις Ορθοπτέρων

Παράλληλα με την τοποθέτηση των παγίδων παρεμβολής, πραγματοποιούνταν σε κάθε χωράφι γραμμικές διαδρομές με σταθερό βηματισμό σε ευθεία πορεία, ώστε να γίνει μια εκτίμηση πυκνότητας, αφθονίας και πλούτου Ορθοπτέρων της καλλιέργειας. Η κάθε διαδρομή καταμέτρησης Ορθοπτέρων είχε μήκος 50m και απείχε τουλάχιστον 10m από την γειτονική διαδρομή και από τα όρια του χωραφιού. Σε κάθε επιλεγμένο χωράφι πραγματοποιούνταν 5 line transects, κατά τα οποία καταγράφονταν σε πρωτόκολλο τα Ορθόπτερα που καταμετρούσε ο παρατηρητής στη διαδρομή των 50m και σε πλάτος 2m (1m εκατέρωθεν της γραμμής πορείας του). Οι καταγραφές αφορούσαν τις οικογένειες Acrididae και Tettigoniidae, ωστόσο η μοναδική διάκριση που γινόταν ήταν τρεις κατηγορίες μεγέθους: ‘μικρά’, ‘μεσαία’ και ‘μεγάλα’ Ορθόπτερα. Οι διαδρομές πραγματοποιούνταν κατά το δυνατό σε ώρες υψηλής κινητικότητας των Ορθοπτέρων και σε κάθε περίπτωση σε θερμοκρασία $\geq 20^{\circ}\text{C}$ (Rodriguez & Bustamante, 2008).

3.6.5 Τα εμέσματα (pellets) ως εργαλείο εκτίμησης των διατροφικών συνηθειών των αρπακτικών

Τα περισσότερα αρπακτικά πτηνά παράγουν εμετικά σύμπληκτα (pellets), αποτελούμενα από τα λιγότερο εύπεπτα υπολείμματα της λείας τους, τα οποία συμπιέζουν στο στομάχι τους και εξεμούν, συνήθως ημερησίως. Η αναγνώριση των υπολειμμάτων των pellets, παρέχει ποιοτικές και ποσοτικές πληροφορίες σχετικά με τη διατροφή ενός αρπακτικού, χωρίς να βλάπτει τα πουλιά (Marti, et al., 2007).

Ωστόσο, η ανάλυση pellets για τα Ιερακόμορφα είναι πιθανόν να καταστεί αναξιόπιστη, καθώς πολλά είδη διαμελίζουν τη λεία τους και δεν την καταναλώνουν ολόκληρη. Επιπλέον, τα Γεράκια πέπτουν τα οστά των Σπονδυλωτών σε μεγάλο βαθμό, ενώ τα χιτινώδη εξαρτήματα των Εντόμων θραύονται συχνά σε μικρά μέρη, ώστε η αναγνώριση της λείας που περιέχεται στα pellets τους καθίσταται δύσκολη. Παρόλα αυτά, η μέθοδος της ανάλυσης pellets θεωρείται ευρέως αποδεκτή σε μελέτες διατροφικών συνηθειών Ιερακόμορφων, συμπεριλαμβανομένου του Κιρκινεζιού (βλ. Kopij, 2002; Rodriguez, Johst, & Bustamante, 2006; Sfougaris, Giannakopoulos, Alivizatos, & Weigelt, 2004; Kopij, 2007; Perez-Granados, 2010; Rodriguez, Tapia, Kieny, & Bustamante, 2010; Catry, Franco, & Sutherland, 2012; Sarà, Campobello, Zanca, & Massa, 2014).

Η δειγματοληψία που ακολουθείται είναι σημαντικό να είναι αντιπροσωπευτική ως προς τον αριθμό και την ανεξαρτησία των δειγμάτων pellets, αλλά και επαρκής χωρικά και χρονικά, για την κάλυψη των αναγκών της μελέτης κατά την οποία χρησιμοποιείται. Η συλλογή pellets γίνεται συνήθως σε φωλιές και κούρνιας αρπακτικών, ενώ τα δείγματα πρέπει να συλλέγονται κατά το δυνατόν φρέσκα και να εξασφαλίζεται η προέλευσή τους (π.χ. σε μικτές κούρνιας, είναι δυνατόν να βρεθούν ταυτόχρονα pellets παρομοίου μεγέθους και υφής, τα οποία προέρχονται από διαφορετικά είδη) (Marti, et al., 2007).

Η ανάλυση των pellets οδηγεί σε ποιοτικά συμπεράσματα, όσον αφορά τις κατηγορίες (είδη ή ανώτερα taxa) λείας του αρπακτικού, τα οποία ποσοτικοποιούνται υπολογίζοντας το ποσοστό αφθονίας ατόμων κάθε κατηγορίας λείας στο συνολικό δείγμα ($\%N = \text{αριθμός ατόμων μιας κατηγορίας λείας} / \text{συνολικός αριθμός ατόμων λείας} \times 100$), ή το ποσοστό εμφάνισης της κατηγορίας αυτής στο συνολικό δείγμα ($\%F = \text{αριθμός pellets στα οποία εμφανίζεται μια κατηγορία λείας} / \text{συνολικός αριθμός pellets} \times 100$). Επιπλέον, μετρήσεις ποικιλότητας χρησιμοποιούνται στην εξέταση της δομής συναθροίσεων, όπως αυτή της διατροφής κάποιου είδους.

Οι δείκτες ποικιλότητας οδηγούν σε εκτιμήσεις για τον πλούτο και την ομοιομορφία των κατηγοριών λείας ενός αρπακτικού και συνεπώς, για το εύρος της διατροφικής του οικοθέσης (Marti, et al., 2007). Παράγοντες όπως η πυκνότητα, η αφθονία, ο πλούτος και η

διαθεσιμότητα λείας, δυσχεραίνουν τη διεξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων σε μελέτες διατροφής ειδών. Το πλάτος (ή εύρος, ή μέγεθος) οικοθέσης αναφέρεται στην ποικιλία πόρων ή οικοτόπων, τους οποίους χρησιμοποιεί ένα είδος (Krebs, 2014b). Ένας τρόπος εκτίμησης του πλάτους οικοθέσης ενός είδους, είναι ο υπολογισμός του δείκτη Levins’:

$$B = \frac{1}{\sum p_j^2}$$

όπου B ο δείκτης Levins’

p_j το ποσοστό ατόμων που βρίσκονται ή χρησιμοποιούν τον πόρο j , ή το κλάσμα αντικειμένων της διαίτας του είδους, που ανήκουν στην κατηγορία j .

Ο δείκτης B του εύρους οικοθέσης είναι αντίστοιχος του δείκτη ποικιλότητας Simpson’s και μεγιστοποιείται όταν υπάρχει ίσος αριθμός ατόμων σε κάθε κατηγορία πόρων, ώστε το είδος δεν κάνει διακρίσεις μεταξύ κατηγοριών πόρων και κατέχει τη μέγιστη δυνατή οικοθέση. Αντίθετα, ο B γίνεται ελάχιστος όταν όλα τα άτομα ανήκουν σε μία κατηγορία πόρων (ελάχιστο πλάτος οικοθέσης, μέγιστη εξειδίκευση). Ο B έχει εύρος από 1 έως n , όπου n ο συνολικός αριθμός κατηγοριών πόρων. Ο δείκτης Levins’ εκφράζεται και σε κλίμακα από 0 έως 1, διαιρώντας το B με τον αριθμό των κατηγοριών πόρων ως εξής:

$$B_A = \frac{B-1}{n-1}$$

όπου B_A ο τυποποιημένος δείκτης Levins’

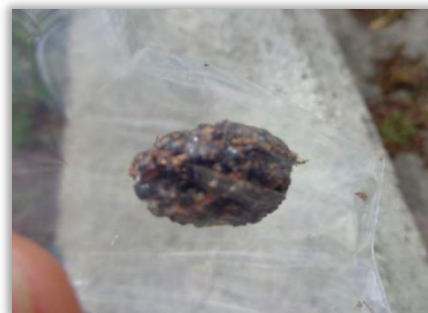
B ο δείκτης Levins’

n ο αριθμός κατηγοριών πόρων

Επιπλέον, το πλάτος οικοθέσης εκτιμάται με το δείκτη Shannon (H) και τον τυποποιημένο δείκτη ομαλότητας J . Ο H δίνει σχετικά περισσότερο βάρος στους σπάνιους πόρους που χρησιμοποιεί ένα είδος, ενώ ο B βασίζεται περισσότερο στους πόρους που χρησιμοποιήθηκαν σε αφθονία από το είδος (Krebs, 2014b).

3.6.6 Συλλογή pellets

Σε όλη τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου του Κιρκινεζιού (Απρίλιος-Σεπτέμβριος 2014), συλλέγονταν εμετικά σύμπηκτα (pellets), σε διαδοχικές ημερομηνίες δειγματοληψιών, ώστε να γίνει εκτίμηση των διατροφικών επιλογών και συσχέτιση της διαθέσιμης τροφής στην περιοχή, με τις πραγματικές επιλογές λείας του είδους. Η συλλογή των pellets έγινε σε τρία χωριά της περιοχής έρευνας στο Θεσσαλικό κάμπο, όπου και



Εικόνα 15. Pellet Κιρκινεζιού.

συναντώνται μεγάλες αναπαραγωγικές αποικίες Κιρκινεζιών. Τα σημεία δειγματοληψίας περιλαμβάνουν δείγματα από θέσεις κουρνιάσματος, από φωλιές, καθώς και διάσπαρτα δείγματα από τους δρόμους των οικισμών, κάτω από θέσεις επόπτευσης των πουλιών, όπως στύλους και καλώδια της Δ.Ε.Η. Οι δειγματοληψίες περιελάμβαναν κατά το δυνατόν φρέσκα και ολόκληρα pellets, τα οποία τοποθετούνταν σε ξεχωριστή συσκευασία το καθένα, ενώ φυλάχθηκαν σε καταψύκτη μέχρι τη στιγμή της ανάλυσής τους.

3.6.7 Εργαστηριακή ανάλυση δειγμάτων

Το υλικό που συλλέχθηκε με παγίδες παρεμβολής αποψύχθηκε και καθαρίστηκε περαιτέρω, ενώ οι περιεχόμενοι οργανισμοί απομονώθηκαν, καταμετρήθηκαν και ταυτοποιήθηκαν με χρήση στερεομικροσκοπίου (Novex RZB-SF 65.550) και



εργαστηριακού εξοπλισμού. **Εικόνα 17.** Εργαστηριακή επεξεργασία περιεχομένου παγίδων παρεμβολής.

Η συστηματική ταξινόμηση

έγινε σε επίπεδο οικογένειας για Κολεόπτερα και Ορθόπτερα, ενώ οι υπόλοιποι οργανισμοί κατατάχθηκαν σε ανώτερες ταξινομικές κατηγορίες. Για τα Κολεόπτερα και τα Formicidae, έγινε περαιτέρω διαλογή τους με βάση το μέγεθος σε 'μικρά' (<8mm) και 'μεγάλα' (>8mm) άτομα, ώστε να διερευνηθεί και η αφθονία ατόμων κατάλληλων για θήρευση από το Κιρκινέζι. Τα δεδομένα καταγράφονταν σε εργαστηριακά πρωτόκολλα, ώστε να είναι



δυνατή η καταμέτρηση τόσο της συνολικής αφθονίας οργανισμών κάθε παγίδας και κατ' επέκταση κάθε χωραφιού, όσο και η καταμέτρηση της αφθονίας οργανισμών ανά taxon. Οι

καταμετρήσεις και η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων έγιναν και με τους δύο τρόπους.

Η εργαστηριακή ανάλυση των pellets πραγματοποιήθηκε από τον Δρ. Χαράλαμπο Αλιβιζάτο, Ζωολόγο-Ορνιθολόγο. Κατά την ανάλυση, κάθε pellet θρυμματίζονταν με το χέρι και με τη βοήθεια λαβίδας και στερεοσκοπίου αναγνωρίζονταν και καταγράφονταν τα περιεχόμενα σε αυτό υπολείμματα λείας. Ο αριθμός των καταμετρούμενων ατόμων λείας ακολουθούσε τον κανόνα των «ζευγών εξαρτημάτων». Για την ταυτοποίηση Εντόμων και άλλων Αρθροπόδων χρησιμοποιούνταν μέρη του εξωσκελετού τους όπως στοματικά εξαρτήματα, έλυτρα, κέρκοι, πόδια, κλπ., ενώ για την ταυτοποίηση Θηλαστικών χρησιμοποιούνταν οστά, δόντια, τριχώματα. Οι περιεχόμενοι οργανισμοί σε κάθε pellet ταξινομήθηκαν σε επίπεδο οικογένειας (Κολεόπτερα, Ορθόπτερα), ή άλλου taxon. Κάποια άτομα ταξινομήθηκαν σε επίπεδο γένους (π.χ. *Gryllotalpa* spp., *Scolopendra* spp.). Υπολείμματα Κολεοπτέρων και μικρών Τρωκτικών που δεν ήταν δυνατόν να ταυτοποιηθούν, αποτέλεσαν ξεχωριστές κατηγορίες (Unidentified Coleoptera, Unidentified Rodentia).

3.7 Στατιστική επεξεργασία

Για τα δεδομένα των παγίδων παρεμβολής, έγινε αναγωγή των συλληφθέντων οργανισμών σε άτομα/100 παγιδοημέρες με βάση τον τύπο:

$$N' = \frac{N}{t*d} * 100$$

όπου N ο αριθμός των συλληφθέντων ατόμων ανά χωράφι

t ο αριθμός των ενεργών παγίδων του χωραφιού

d ο αριθμός των ημερών που οι παγίδες ήταν ενεργές.

Η μετατροπή αυτή ήταν απαραίτητη, ώστε τα δεδομένα όλων των δειγματοληψιών και όλων των διαφορετικών καλλιεργειών να είναι συγκρίσιμα μεταξύ τους.

Για τα δεδομένα των καταμετρήσεων Ορθοπτέρων με line transects, έγινε αναγωγή σε Ορθόπτερα/transect για κάθε χωράφι και εκτίμηση πυκνότητας Ορθοπτέρων σε άτομα/m².

Προκειμένου να συγκριθούν τα δεδομένα, πραγματοποιήθηκαν έλεγχοι κανονικότητας (Shapiro-Wilk, Anderson-Darling, Jarque-Bera) και έλεγχος ομοιογένειας της διακύμανσης (Levene's test) των κατανομών. Τα δεδομένα μη κανονικών κατανομών μετασχηματίζονταν με χρήση λογαρίθμησης. Στις περιπτώσεις που ίσχυαν οι δύο παραδοχές (κανονικότητα και ομοιογένεια διακύμανσης των κατανομών), χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης προς ένα παράγοντα (one-way ANOVA) για τη σύγκριση των μέσων όρων των κατανομών. Σε περιπτώσεις στατιστικώς σημαντικών διαφορών, τα δεδομένα συγκρίνονταν επιπλέον ανά ζεύγη με post-hoc έλεγχο Tukey's. Όταν τα δεδομένα ακολουθούσαν κανονικές

κατανομές, αλλά ο έλεγχος ομοιογένειας διακύμανσης έδινε στατιστικές σημαντικές διαφορές, δηλαδή άνιση διακύμανση των κατανομών, γινόταν χρήση της Welch ANOVA. Σε περιπτώσεις που οι δύο προϋποθέσεις παραβιάζονταν, χρησιμοποιήθηκε ο μη παραμετρικός έλεγχος ανάλυσης διακύμανσης Kruskal-Wallis και ο ανά ζεύγη post-hoc έλεγχος Mann-Whitney. Επιπλέον, έγινε χρήση t-test ανεξάρτητων δειγμάτων και ελέγχου χ^2 για την ανεξαρτησία. Χρησιμοποιήθηκε επίσης τροποποιημένο t-test ποικιλότητας για τη σύγκριση δεικτών ποικιλότητας. Τέλος, χρησιμοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης προς δύο παράγοντες (two-way ANOVA), για τον έλεγχο της αλληλεπίδρασης των παραγόντων «δειγματοληψία» και «καλλιέργεια» στις συλλήψεις Κολεοπτέρων των παγίδων παρεμβολής.

Για την μελέτη και σύγκριση της ποικιλότητας στις παγίδες παρεμβολής και τα pellets, χρησιμοποιήθηκαν δείκτες ποικιλότητας. Παρότι οι οργανισμοί του πειράματος ταξινομήθηκαν έως το επίπεδο των οικογενειών, έγινε χρήση δεικτών για τον υπολογισμό ποικιλότητας οικογενειών Κολεοπτέρων των παγίδων παρεμβολής στις διαφορετικές καλλιέργειες και δειγματοληψίες και ποικιλότητας διατροφικών κατηγοριών λείας του Κιρκινεζιού των pellets.

Κάθε δείκτης ποικιλότητας είναι ένα μαθηματικό μέτρο εκτίμησης ποικιλότητας taxa σε μια βιοκοινότητα. Οι δείκτες παρέχουν περισσότερη πληροφορία για τη σύνθεση της κοινότητας από την απλή μέτρηση πλούτου taxa, δηλαδή μέτρηση του αριθμού των διαφορετικών taxa της κοινότητας, καθώς λαμβάνουν υπόψη τη σχετική αφθονία των διαφορετικών taxa και την ομαλότητα κατανομής των taxa στην κοινότητα (ισοκατανομή) (Southwood & Henderson, 2000).

Οι δείκτες ποικιλότητας που χρησιμοποιήθηκαν (Hammer, 2015) είναι οι:

(όπου n ο αριθμός ατόμων ενός taxon,

S ο αριθμός των taxa)

Δείκτης κυριαρχίας/επικράτησης (Dominance, D)

$$D = \sum i \left(\frac{n_i}{n} \right)^2, \text{ όπου } n_i \text{ ο αριθμός ατόμων του taxon } i$$

Ο D έχει εύρος από 0 (όλα τα taxa εκπροσωπούνται εξίσου στην κοινότητα) έως 1 (ένα taxon κυριαρχεί απόλυτα στην κοινότητα).

Δείκτης Simpson (Simpson index, $1-D$)

Ο Simpson εκτιμά την ομαλότητα/ομοιομορφία/ισοκατανομή των taxa στην κοινότητα και παίρνει τιμές από 0 έως 1. Ισχύει ταυτόχρονα και $D=1-\text{Simpson}$.

Δείκτης εντροπίας Shannon (Shannon index, H)

$$H = - \sum i \frac{n_i}{n} \ln \frac{n_i}{n}, \text{ όπου } n_i \text{ ο αριθμός ατόμων του taxon } i$$

Ο H λαμβάνει υπόψη τον αριθμό ατόμων καθώς και τον πλούτο των taxa. Κυμαίνεται από την τιμή 0, σε κοινότητες με ένα μοναδικό taxon, ενώ δίνει υψηλές τιμές σε κοινότητες με πολλά taxa, καθένα εκπροσωπούμενο από λίγα άτομα.

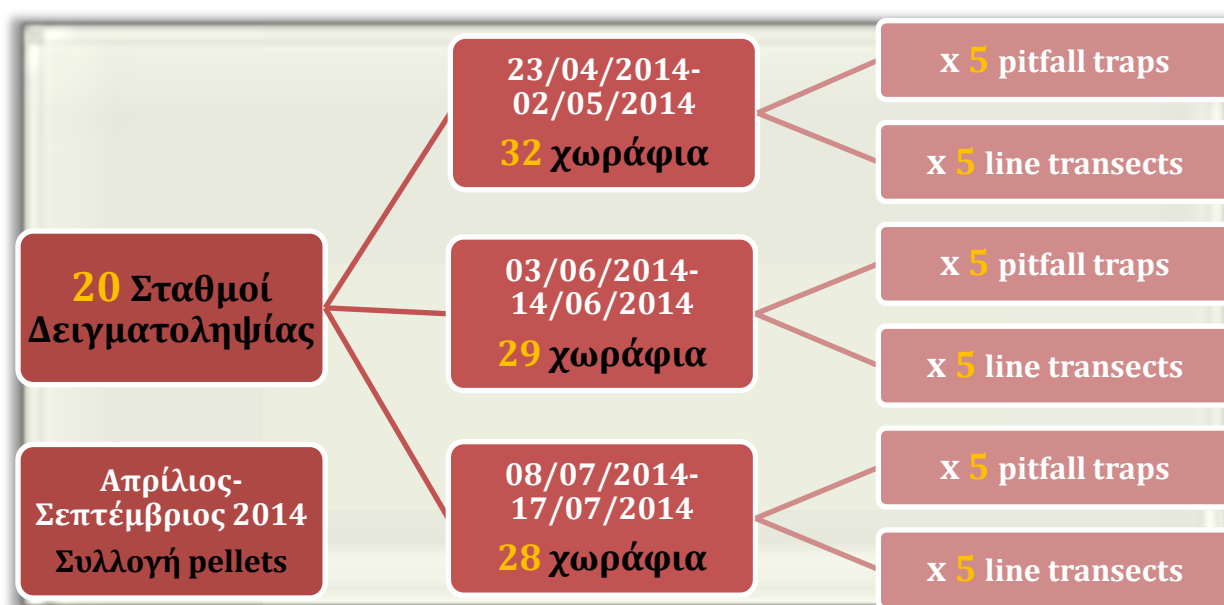
Ακόμα, υπολογίστηκε ο δείκτης ομαλότητας των Buzas και Gibson (e^H/S) και ο δείκτης ισοκατανομής (J)

$$J = \frac{H}{H_{max}} = \frac{H}{\ln S}$$

Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε ανάλυση ομαδοποίησης (cluster analysis) με δείκτη ομοιότητας Bray-curtis και αλγόριθμο μη σταθμισμένου μέσου ζευγών (UPGMA), για την ιεράρχηση των διαφορετικών καλλιεργειών/δειγματοληψιών με βάση την ποικιλότητα Κολεοπτέρων τους.

Τέλος, για την εκτίμηση της διατροφικής στρατηγικής (Feeding Strategy), καθώς και την σημαντικότητα των κατηγοριών λείας του Κιρκινεξιού, εφαρμόστηκε η γραφική ανάλυση του Amundsen στα ευρήματα των pellets.

Οι πίνακες και τα γραφήματα έγιναν με το Microsoft Excel 2007 και το πρόγραμμα PAST (v3.07), ενώ για τη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε το ηλεκτρονικό υπολογιστικό φύλλο VassarStats και το στατιστικό πρόγραμμα PAST (v3.07).



Εικόνα 18. Γενικός σχεδιασμός πειράματος.

4 Αποτελέσματα

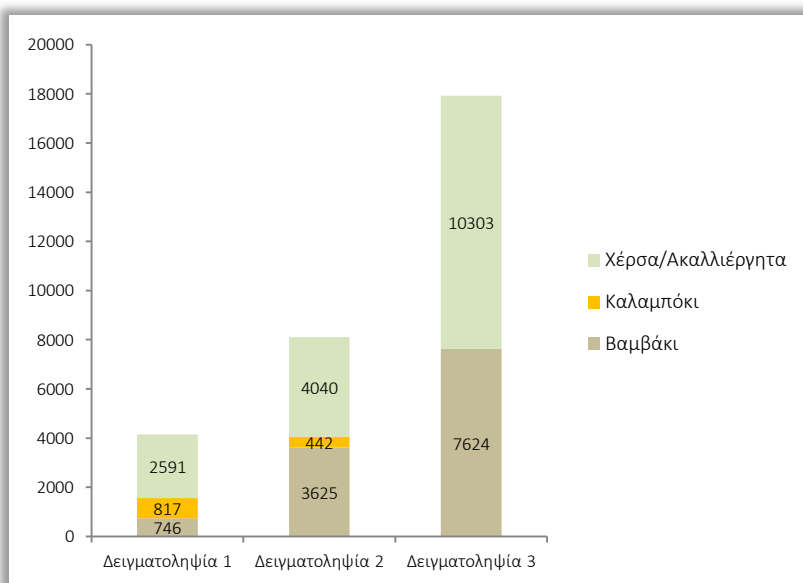
4.1 Παγίδες παρεμβολής (pitfall traps)

Τοποθετήθηκαν συνολικά 445 παγίδες παρεμβολής (pitfall traps), σε 89 χωράφια, κατά τις τρεις δειγματοληπτικές φάσεις του πειράματος (5 παγίδες/χωράφι). Συγκεκριμένα, επιλέχθηκαν 47 καλλιέργειες βαμβακιού, 8 καλλιέργειες καλαμποκιού και 34 χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια και βοσκότοποι για τοποθέτηση παγίδων. Ο αριθμός των παγίδων που συλλέχθηκαν και αυτές που κρίθηκαν κατάλληλες για περαιτέρω ανάλυση ήταν μικρότερος. Στον Πίνακα 2, συγκεντρώνονται τα πειραματικά δεδομένα που αφορούν τις παγίδες παρεμβολής.

Πίνακας 2. Αριθμός χωραφιών και τύποι καλλιέργειας, όπου τοποθετήθηκαν παγίδες παρεμβολής (pitfall traps), κατά τις τρεις φάσεις του πειράματος. Ο αρχικός αριθμός παγίδων αφορά τις παγίδες που τοποθετήθηκαν στις καλλιέργειες, ενώ ο τελικός αριθμός παγίδων αφορά τις παγίδες που συμπεριλήφθηκαν στην ανάλυση.

Δειγματοληψία		1η	2η	3η	Γενικό άθροισμα
Ημερομηνία		23/04/2014-02/05/2014	03/06/2014-14/06/2014	08/07/2014-17/07/2014	
		Αριθμός χωραφιών			
Τύπος καλλιέργειας	Βαμβάκι	13	16	18	47
	Καλαμπόκι	6	2	0	8
	Χέρσα/Ακαλλιέργητα/Βοσκότοποι	13	11	10	34
	Γενικό άθροισμα	32	29	28	89
Αρχικός αριθμός παγίδων		160	145	140	445
Τελικός αριθμός παγίδων		131	138	137	406

Ο συνολικός αριθμός ζώων που συλλέχθηκαν με τις παγίδες παρεμβολής ήταν 30.188 άτομα, για όλους τους τύπους καλλιεργειών και όλες τις φάσεις του πειράματος μαζί (Γράφημα 1). Πιο συγκεκριμένα κατά την 1^η δειγματοληψία συλλέχθηκαν 4.154 άτομα, κατά τη 2^η δειγματοληψία συλλέχθηκαν 8.107 άτομα, ενώ 17.928 άτομα



Γράφημα 1. Συνολικές συλλήψεις ατόμων με παγίδες παρεμβολής (pitfall traps).

συλλέχθηκαν κατά την 3^η δειγματοληψία. Από τα συνολικά συλληφθέντα άτομα, 11.995 συλλέχθηκαν σε καλλιέργειες βαμβακιού, 1.259 συλλέχθηκαν σε καλλιέργειες καλαμποκιού και 16.934 άτομα συλλέχθηκαν σε χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια και βοσκοτόπους.

Κατά την ανάλυση στο εργαστήριο των συλληφθέντων ατόμων στις παγίδες παρεμβολής, αυτά ταξινομήθηκαν συστηματικά σε επίπεδο Οικογένειας (για τα Κολεόπτερα και τα Ορθόπτερα), ή άλλου taxon (Πίνακας 3). Αναγνωρίστηκαν συνολικά 41 taxa, τα οποία αφορούσαν κυρίως Αρθρόποδα, αλλά και Γαστερόποδα Μαλάκια και Δακτυλιοσκώληκες. Επιπλέον, σε κάποιες παγίδες συνελήφθησαν μικρά Θηλαστικά (όπως Τρωκτικά και Μυγαλές), Αμφίβια και σε μία περίπτωση ένα Ερπετό. Από τα Αρθρόποδα εντοπίστηκαν 8 τάξεις Εντόμων και συγκεκριμένα: 4 οικογένειες Ορθοπτέρων, 18 οικογένειες Κολεοπτέρων (συμπεριλαμβανομένης της υπεροικογένειας Scarabaeoidea), Μυρμήγκια και άλλα Υμενόπτερα, Δίπτερα, Ημίπτερα, Δερμάπτερα, καθώς και κάποια Δικτυόπτερα και Λεπιδόπτερα. Επιπλέον, ξεχωριστές κατηγορίες αποτέλεσαν οι προνύμφες Κολεοπτέρων και οι προνύμφες λοιπών Εντόμων. Τα υπόλοιπα Αρθρόποδα ήταν Χειλόποδα, Διπλόποδα, Ισόποδα και Αράχνης. Τέλος, ορισμένα Κολεόπτερα δεν κατέστη δυνατόν να αναγνωριστούν και παρέμειναν αταυτοποίητα σε ξεχωριστή κατηγορία.

Πίνακας 3. Τα taxa που προσδιορίστηκαν από την ανάλυση των παγίδων παρεμβολής.

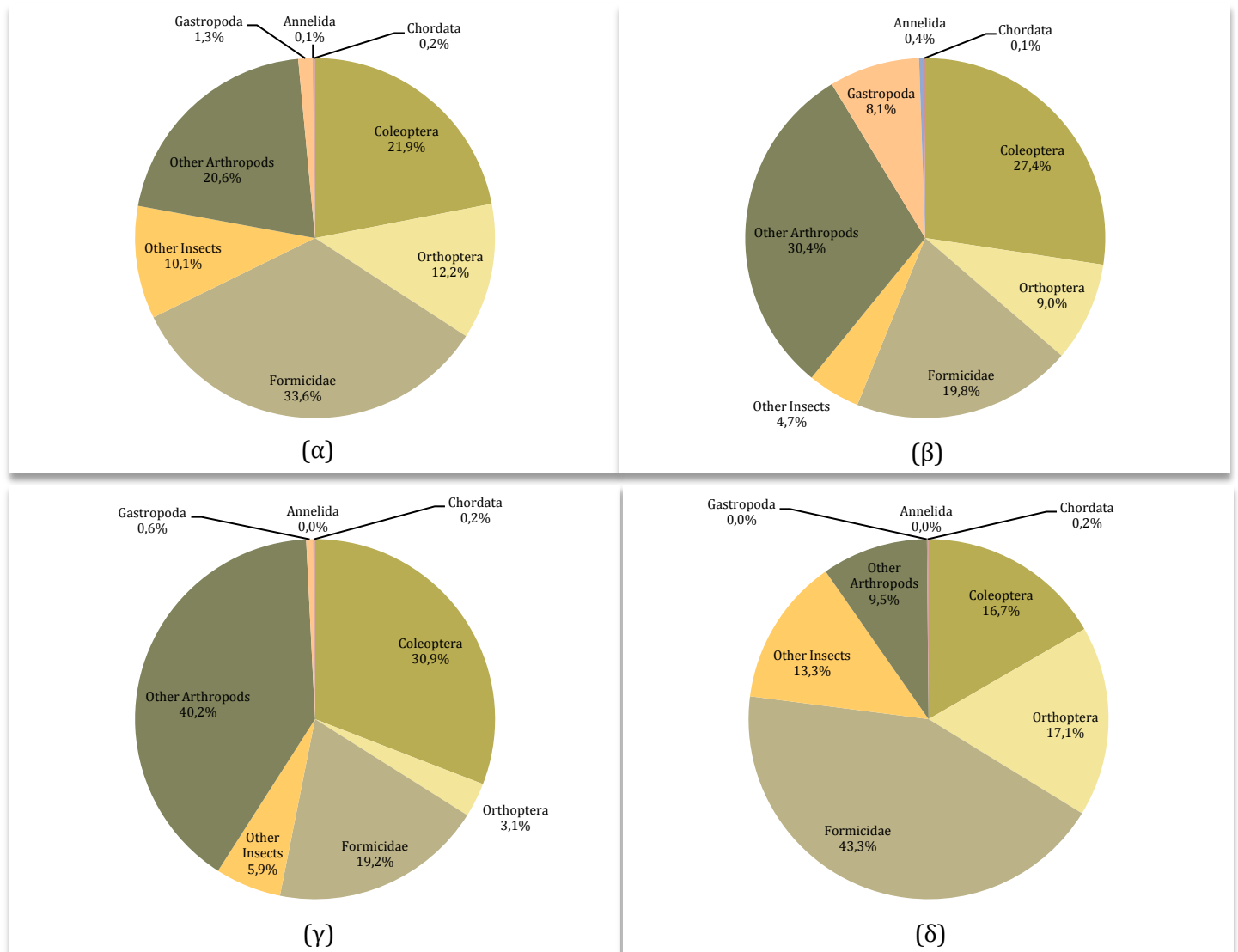
	Δειγματοληψία 1 ^η 23/04/2014-02/05/2014	Δειγματοληψία 2 ^η 03/06/2014-14/06/2014	Δειγματοληψία 3 ^η 08/07/2014-17/07/2014
Arthropoda			
Insecta			
Orthoptera			
Acrididae	✓	✓	✓
Tettigoniidae	✓	✓	✓
Gryllidae	✓	✓	✓
Gryllotalpidae			
Gryllotalpa spp.	✓	✓	✓
Coleoptera			
Carabidae	✓	✓	✓
Scarabaeoidea	✓	✓	✓
Silphidae	✓	✓	✓
Staphylinidae	✓	✓	✓
Buprestidae		✓	
Elateridae	✓	✓	✓
Tenebrionidae	✓	✓	✓
Cerambycidae	✓	✓	
Curculionidae	✓	✓	✓
Meloidae	✓	✓	✓
Coccinellidae	✓	✓	
Dermestidae	✓	✓	✓
Melyridae	✓	✓	

Histeridae	✓	✓	✓
Hydrophilidae	✓	✓	✓
Scolytidae	✓	✓	✓
Anthicidae		✓	✓
Chrysomelidae		✓	✓
Coleoptera larvae	✓	✓	✓
Unidentified Coleoptera	✓	✓	✓
Hymenoptera			
Formicidae	✓	✓	✓
Other Hymenoptera	✓	✓	✓
Diptera	✓	✓	✓
Hemiptera	✓	✓	✓
Dermaptera	✓	✓	✓
Dictyoptera			
Lepidoptera			✓
Insect larvae	✓	✓	✓
Chilopoda	✓	✓	✓
Diplopoda	✓	✓	
Malacostraca			
Isopoda	✓	✓	✓
Arachnida			
Araneae	✓	✓	✓
Mollusca			
Gastropoda	✓	✓	
Annelida	✓		
Chordata			
Mammalia	✓	✓	✓
Amphibia		✓	✓
Reptilia			✓

Το μεγαλύτερο ποσοστό των συνολικών συλλήψεων με τις παγίδες παρεμβολής (Γράφημα 2α), αντιστοιχεί στα Formicidae (33,6%), ενώ ακολουθούν τα Κολεόπτερα (21,9%) και τα υπόλοιπα Αρθρόποδα, δηλαδή Χειλοποδα, Διπλόποδα, Ισόποδα και Αράχνες (20,6%). Τα Ορθόπτερα, κυρίως Γρύλλοι, έπονται με ποσοστό 12,2% και κατόπιν τα υπόλοιπα Έντομα, όπως Δερμάπτερα, Δίπτερα, Υμενόπτερα εκτός των Formicidae, Ημίπτερα και άλλα, με ποσοστό 10,1%. Στις παγίδες εντοπίστηκαν επιπλέον Γαστερόποδα (1,3%) και Δακτυλιοσκώληκες (0,1%). Τέλος, σε ορισμένες παγίδες συλλέχθηκαν Χορδωτά (ποσοστό 0,2% των συνολικών συλλήψεων), όπως μικρά Θηλαστικά (Τρωκτικά και Μυγαλές).

Στις επιμέρους δειγματοληψίες, τα ποσοστά διαφοροποιούνται: κατά την 1^η δειγματοληψία (Γράφημα 2β), υπερσχύουν τα υπόλοιπα Αρθρόποδα (30,4%), έπονται τα Κολεόπτερα (27,4%) και τα Formicidae (19,8%), ενώ μικρότερα ποσοστά καταλαμβάνουν τα Ορθόπτερα, τα υπόλοιπα Έντομα και οι λοιπές κατηγορίες. Τα Γαστερόποδα την περίοδο αυτή συγκεντρώνουν τον μεγαλύτερο αριθμό συλλήψεων (ποσοστό 8,1%).

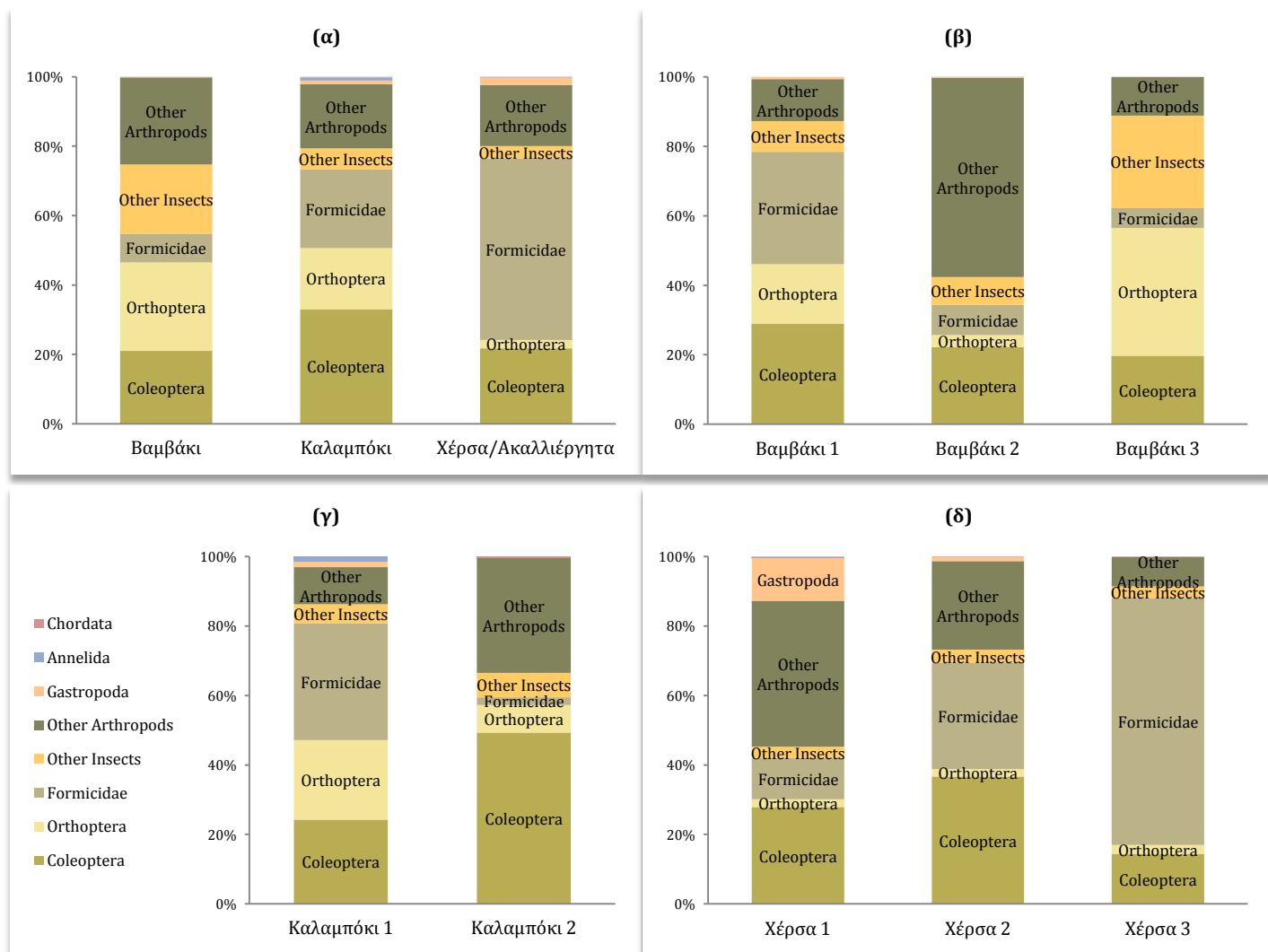
Κατά τη 2^η δειγματοληψία (Γράφημα 2γ), αυξημένα ποσοστά καταλαμβάνουν τα υπόλοιπα Αρθρόποδα (40,2%) και τα Κολεόπτερα (30,9%). Ακολουθούν τα Formicidae (19,2%) και οι υπόλοιπες ταξινομικές κατηγορίες με μικρότερα ποσοστά. Διαφορετική εικόνα εμφανίζεται στις παγίδες της 3^{ης} δειγματοληψίας (Γράφημα 2δ), όπου κυριαρχούν τα Formicidae με ποσοστό 43,3% των συλλήψεων και ακολουθούν Ορθόπτερα και Κολεόπτερα με ποσοστά 17,1% και 16,7% αντίστοιχα. Μικρότερα ποσοστά κατέλαβαν οι υπόλοιπες κατηγορίες, ενώ Γαστερόποδα και Δακτυλιοσκώληκες απουσίαζαν τελείως.



Γράφημα 2. Συλλήψεις ατόμων με παγίδες παρεμβολής (pitfall traps) σε % ποσοστά, (α)συνολικά, (β)1η δειγματοληψία, (γ)2η δειγματοληψία, (δ)3η δειγματοληψία.

Εξετάζοντας τις συλλήψεις ατόμων με παγίδες παρεμβολής στους διαφορετικούς τύπους καλλιεργείων όπου τοποθετήθηκαν, διακρίνοντάς τις σε ευρείες ταξινομικές κατηγορίες (Γράφημα 3α), οι εκατοστιαίες αναλογίες αλλάζουν για κάθε καλλιέργεια. Στο βαμβάκι, τα Ορθόπτερα

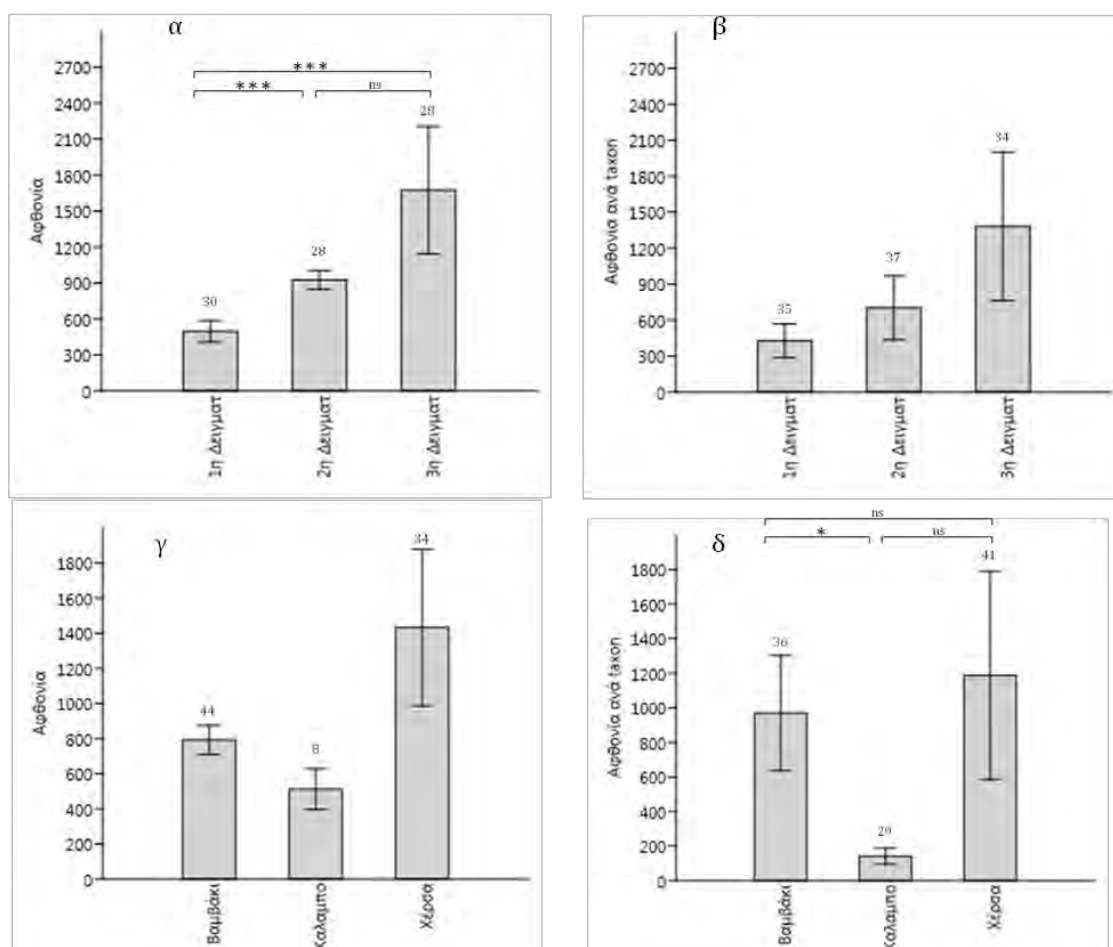
αντιστοιχούν σε ποσοστό 25,5% των συνολικών συλλήψεων, τα υπόλοιπα Αρθρόποδα και τα Κολεόπτερα σε ποσοστό 25,1% και 21% αντίστοιχα, ενώ τα υπόλοιπα Έντομα εντοπίστηκαν σε ποσοστό 19,9% των συνολικών συλλήψεων των καλλιεργειών βαμβακιού. Στο καλαμπόκι, τα Κολεόπτερα αντιστοιχούν στο 33% των συνολικών συλλήψεων, ενώ ακολουθούν τα Formicidae (22,6%), τα υπόλοιπα Αρθρόποδα (18,5%) και τα Ορθόπτερα (17,6%). Στα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια, κυριαρχούν τα Formicidae (52,3%), ενώ τα Κολεόπτερα και τα υπόλοιπα Αρθρόποδα ακολουθούν με ποσοστά 21,8% και 17,6% αντίστοιχα. Οι υπόλοιπες



Γράφημα 3. Συλλήψεις ατόμων με παγίδες παρεμβολής (pitfall traps) σε % σωρευμένες στήλες, (α)συνολικά για τους διαφορετικούς τύπους καλλιεργειών του πειράματος, (β)στις καλλιέργειες βαμβακιού για τις τρεις δειγματοληψίες του πειράματος, (γ)στις καλλιέργειες καλαμποκιού για τις δύο δειγματοληψίες του πειράματος, (δ)στα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια για τις τρεις δειγματοληψίες του πειράματος.

κατηγορίες συλλέχθηκαν σε πολύ μικρότερα ποσοστά. Τα αποτελέσματα των συνολικών συλλήψεων για κάθε τύπο καλλιέργειας και κάθε δειγματοληψία, φαίνονται αναλυτικά στο **Γράφημα 3β, 3γ και 3δ.**

Η συνολική αφθονία οργανισμών που συλλέχθηκαν με παγίδες παρεμβολής αυξήθηκε προοδευτικά και διαφέρει στατιστικώς σημαντικά μεταξύ των τριών δειγματοληψιών του πειράματος ($H=28,85$, $p=0,000000544$). Συγκεκριμένα, η αφθονία των χωραφιών της 1^{ης} δειγματοληψίας διαφέρει στατιστικώς σημαντικά τόσο από αυτήν των χωραφιών της 2^{ης} δειγματοληψίας ($U=148,5$, $p=0,00002476$), όσο και από την αφθονία οργανισμών στα χωράφια της 3^{ης} δειγματοληψίας ($U=115,5$, $p=0,00000224$), ενώ 2^η και 3^η δειγματοληψία δε διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους ως προς τη συνολική αφθονία οργανισμών των παγίδων παρεμβολής ($U=290$, $p=0,09626$)(Γράφημα 4α). Η συνολική αφθονία των taxa που αναγνωρίστηκαν σε κάθε δειγματοληψία αυξάνει επίσης προοδευτικά από την 1^η στην 3^η δειγματοληψία, ωστόσο, ο μεγαλύτερος αριθμός taxa εντοπίστηκε στη 2^η δειγματοληψία (37 taxa, έναντι 35 της 1^{ης} και 34 της 3^{ης}). Επιπλέον, η αφθονία των taxa που αναγνωρίστηκαν στους διαφορετικούς τύπους καλλιεργειών του πειράματος παρουσιάζει στατιστικώς σημαντικές διαφορές ($F=3,809$, $df=105$, $p=0,02535$) και συγκεκριμένα διαφέρει για $p<0,05$ μεταξύ καλλιεργειών βαμβακιού και καλαμποκιού ($Q=3,726$, $p=0,02619$), ενώ τα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια δε διαφέρουν σημαντικά ούτε από τα βαμβάκια, ούτε από τα καλαμπόκια ως προς την αφθονία των taxa (Γράφημα 4δ).

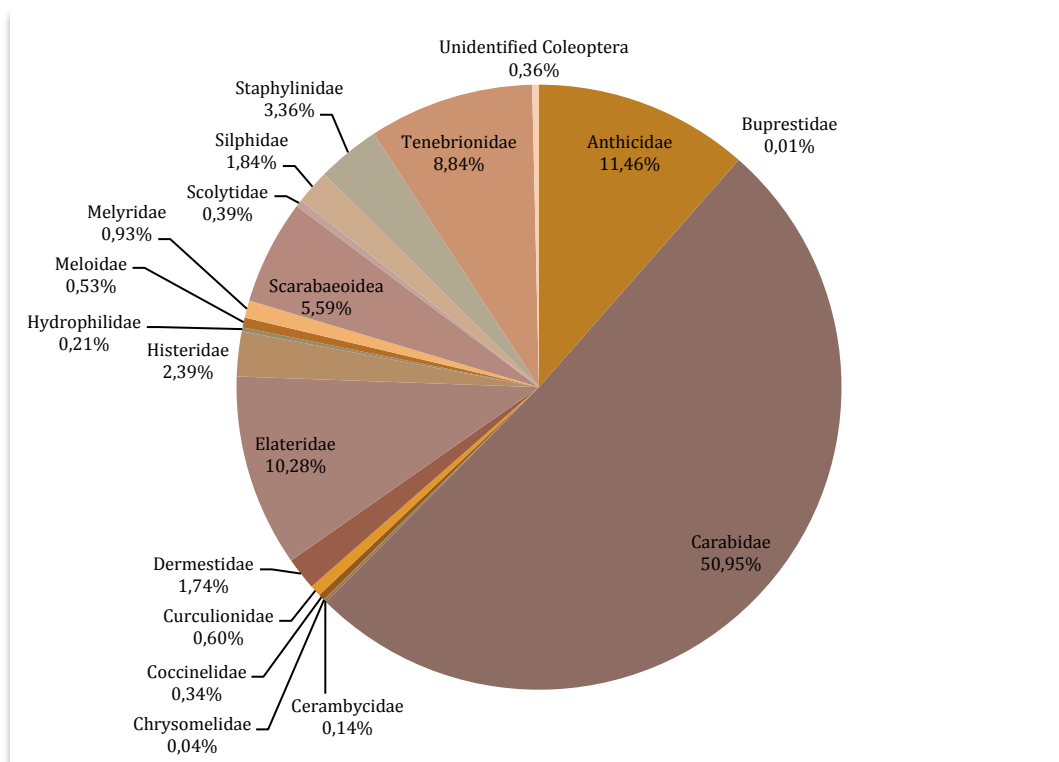


Γράφημα 4. Μέση αφθονία οργανισμών (σε άτομα/100παγιδοημέρες) και μέση αφθονία οργανισμών ανά ταχόν (σε άτομα/100παγιδοημέρες) παγίδων παρεμβολής, για τις δειγματοληψίες και τους τύπους καλλιέργειας του πειράματος.

4.1.1 Αφθονία Κολεοπτέρων παγίδων παρεμβολής

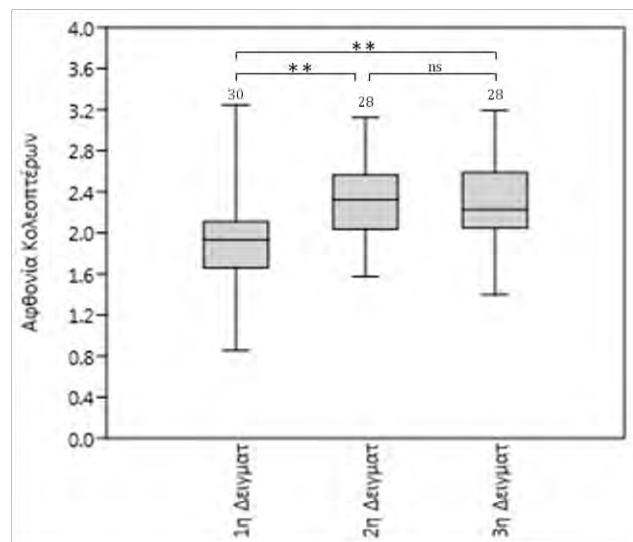
Συλλέχθηκαν συνολικά 6.626 Κολεόπτερα (6.472 ενήλικα και 154 προνύμφες) με τις παγίδες παρεμβολής, σε όλους τους τύπους καλλιεργειών και όλες τις δειγματοληψίες μαζί. Ειδικότερα, κατά την 1^η δειγματοληψία συλλέχθηκαν 1.137 Κολεόπτερα (1.114 ενήλικα και 23 προνύμφες), κατά τη 2^η δειγματοληψία συλλέχθηκαν 2.503 Κολεόπτερα (2.374 ενήλικα και 129 προνύμφες) και κατά την 3^η δειγματοληψία συλλέχθηκαν 2.986 Κολεόπτερα (2.984 ενήλικα και 2 προνύμφες). Οι προνύμφες Κολεοπτέρων δεν συμπεριλήφθηκαν στη στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων, ενώ τα ενήλικα Κολεόπτερα διακρίθηκαν περαιτέρω με βάση το μέγεθός τους σε δύο κατηγορίες: η πρώτη κατηγορία σε κάθε οικογένεια περιελάμβανε άτομα μεγέθους μικρότερου των 8mm, ενώ τα άτομα μεγέθους μεγαλύτερου των 8mm περιλαμβάνονταν στη δεύτερη κατηγορία. Η διάκριση αυτή σχετίζεται με τους πιθανούς τύπους λείας του Κιρκινεζιού, αναφορικά με το μέγεθος. Τα Κολεόπτερα που συνελήφθησαν με παγίδες παρεμβολής, όπως και άλλα taxa, ανήκουν σε εδαφώβιες και μη οικογένειες.

Από τα Κολεόπτερα, τη μεγαλύτερη σχετική αφθονία συγκεντρώνει η οικογένεια Carabidae, κατέχοντας ποσοστό 51% περίπου των συνολικών συλλήψεων Κολεοπτέρων (σε άτομα/100 παγιδοημέρες). Ακολουθούν κατά σειρά οι οικογένειες Anthicidae, Elateridae, Tenebrionidae και η υπεροικογένεια Scarabaeoidea, ενώ όλες οι υπόλοιπες οικογένειες Κολεοπτέρων συγκεντρώνουν πολύ μικρά ποσοστά σχετικής αφθονίας (Γράφημα 5).



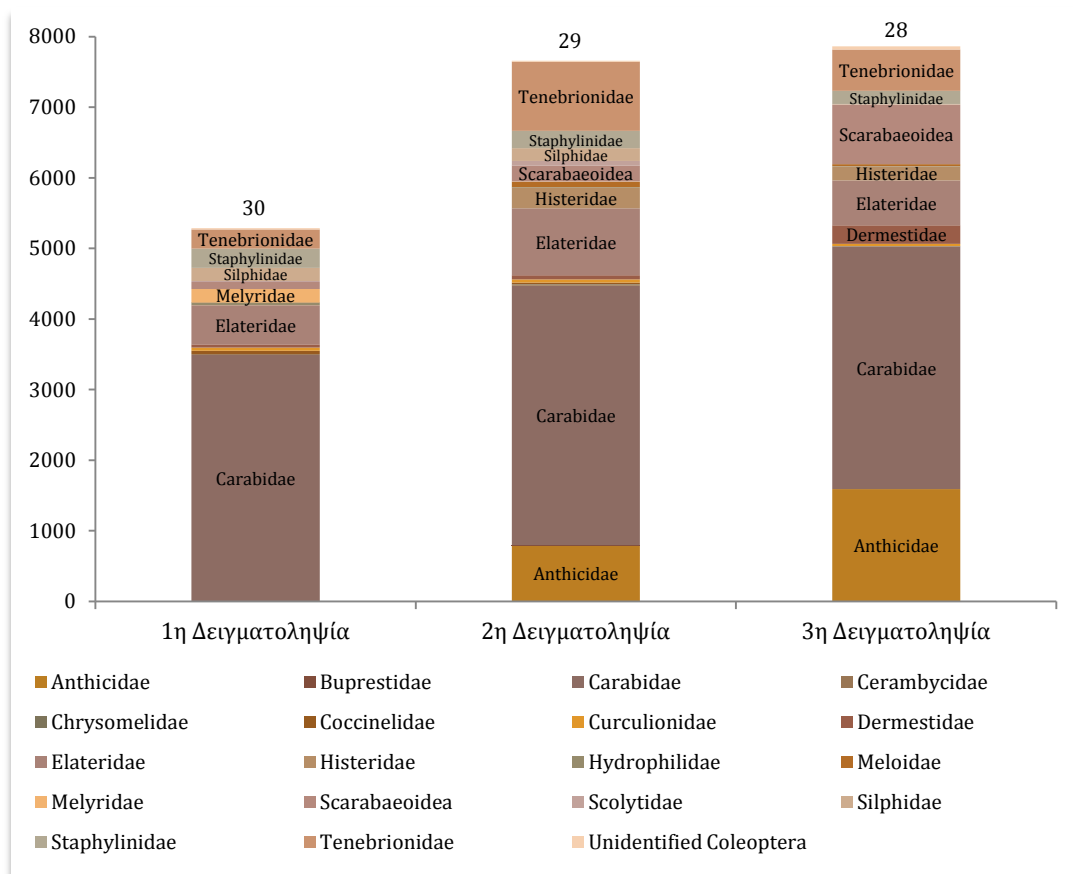
Γράφημα 5. Συνολική σχετική αφθονία Κολεοπτέρων στις παγίδες παρεμβολής.

Εξετάζοντας την αφθονία των Κολεοπτέρων που συλλέχθηκαν με τις παγίδες παρεμβολής σε κάθε δειγματοληπτική φάση, η μεγαλύτερη αφθονία παρατηρήθηκε κατά την 3^η δειγματοληψία, ενώ η μικρότερη κατά την 1^η. Οι τρεις δειγματοληψίες παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους για $p < 0,001$ ως προς τη συνολική αφθονία Κολεοπτέρων ($F=8,483$, $df=84$, $p=0,000448$). Ο post-hoc Tukey's έλεγχος ανά ζεύγη κατέδειξε πως η αφθονία



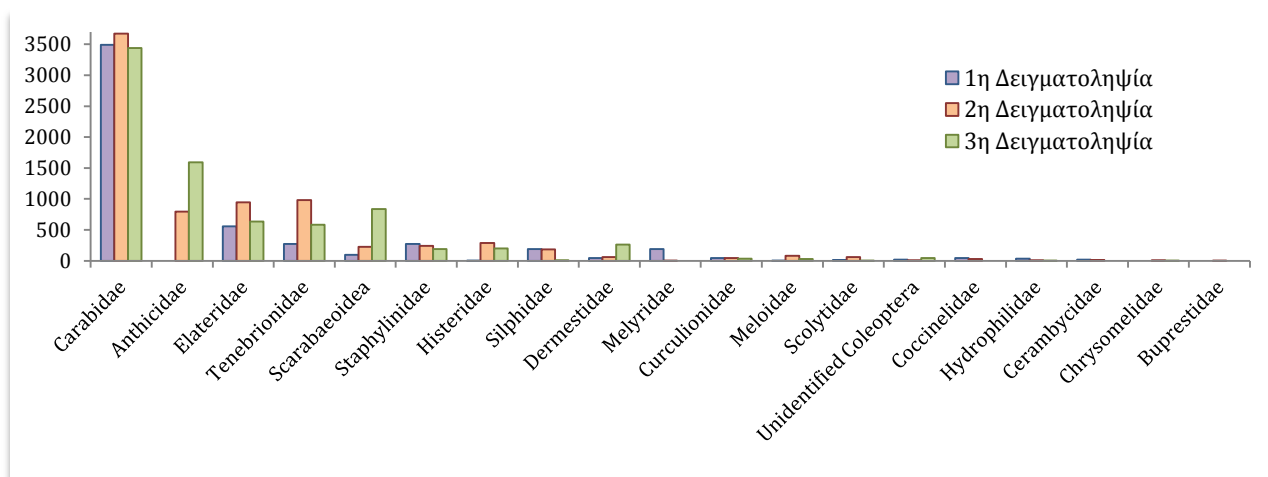
Γράφημα 7. Boxplots συνολικής αφθονίας Κολεοπτέρων παγίδων παρεμβολής (σε άτομα/100 παγιδοημέρες, λογαριθμική κλίμακα) για τις τρεις δειγματοληπτικές φάσεις του πειράματος. Ο αριθμός χωραφιών και οι στατιστικώς σημαντικές διαφορές απεικονίζονται στο γράφημα.

Κολεοπτέρων της 1^{ης} δειγματοληψίας διέφερε σημαντικά τόσο από αυτήν της 2^{ης} ($Q=5,189$, $p=0,001339$), όσο και από την αφθονία Κολεοπτέρων της 3^{ης} δειγματοληψίας ($Q=4,822$, $p=0,002968$). Αντίθετα, δε διέφεραν σημαντικά μεταξύ τους οι αφθονίες 2^{ης} και 3^{ης} δειγματοληψίας ($Q=0,3662$, $p=0,9638$).



Γράφημα 6. Αφθονία Κολεοπτέρων παγίδων παρεμβολής (σε άτομα/100 παγιδοημέρες), στις τρεις δειγματοληψίες του πειράματος (οι αριθμοί στην κορυφή κάθε στήλης αντιστοιχούν στον αριθμό χωραφιών της δειγματοληψίας).

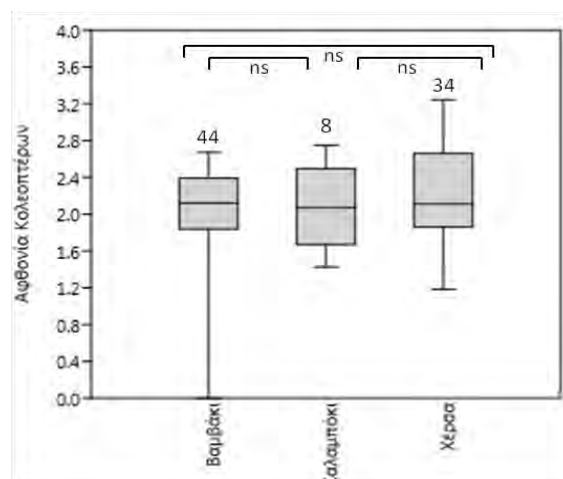
Οι τρεις δειγματοληψίες δεν παρουσίασαν στατιστικές σημαντικές διαφορές μεταξύ τους όσον αφορά την αφθονία των Κολεοπτέρων διαφορετικών οικογενειών που αναγνωρίστηκαν σε κάθε δειγματοληψία ($F=0,6501$, $df=56$, $p=0,526$). Σε όλες τις δειγματοληπτικές φάσεις, η οικογένεια Carabidae συγκέντρωσε τα περισσότερα άτομα, υπερέχοντας κατά πολύ από όλες τις υπόλοιπες οικογένειες Κολεοπτέρων. Επόμενη σε αφθονία ήρθε η οικογένεια Anthicidae, η οποία ωστόσο λείπει εντελώς από τις παγίδες της 1^{ης} δειγματοληψίας. Σημαντική αφθονία συγκέντρωσαν επίσης κατά σειρά οι οικογένειες Elateridae και Tenebrionidae (μεγαλύτερη αφθονία κατά τη 2^η δειγματοληψία), η υπεροικογένεια Scarabaeoidea (κυρίως κατά την 3^η δειγματοληψία), και οι οικογένειες Staphylinidae (παρόμοια αφθονία σε όλες τις δειγματοληψίες), Histeridae (κυρίως στη 2^η και 3^η δειγματοληψία), Silphidae (κυρίως στην 1^η και 2^η δειγματοληψία). Η αφθονία των οικογενειών Κολεοπτέρων στις διαφορετικές φάσεις του πειράματος παρουσιάζεται αναλυτικά στα Γραφήματα 6 και 8.



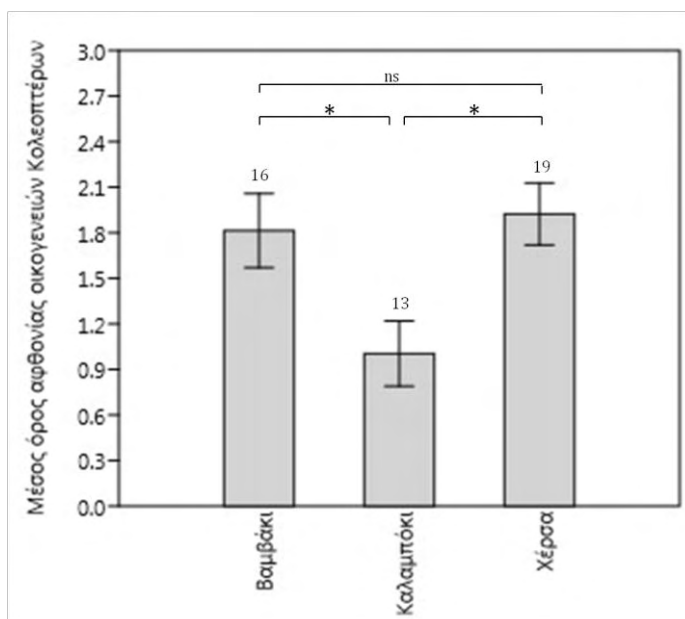
Γράφημα 8. Αφθονία Κολεοπτέρων ανά οικογένεια και δειγματοληψία (σε άτομα/100 παγιδοημέρες).

Τα 34 χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια εμφάνισαν τη μεγαλύτερη συνολική αφθονία Κολεοπτέρων (12.050,64 Κολεόπτερα/100 παγιδοημέρες), ενώ τα 44 χωράφια βαμβακιού εμφάνισαν μικρότερη συνολική αφθονία Κολεοπτέρων στις παγίδες παρεμβολής (7.319,55 Κολεόπτερα/100 παγιδοημέρες). Οι καλλιέργειες καλαμποκιού στις οποίες τοποθετήθηκαν παγίδες παρεμβολής ήταν 8 και η συνολική αφθονία Κολεοπτέρων σε αυτά ήταν 1.437,71 Κολεόπτερα/100 παγιδοημέρες. Οι διαφορετικοί τύποι καλλιέργειας δεν εμφάνισαν στατιστικές σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, όσον αφορά τη συνολική αφθονία Κολεοπτέρων σε καθέναν από αυτούς ($H=1,061$, $p=0,5882$) (Γράφημα 9). Αντίθετα, συγκρίνοντας την αφθονία των

Γράφημα 9. Boxplots συνολικής αφθονίας Κολεοπτέρων παγίδων παρεμβολής (σε άτομα/100 παγιδοημέρες, λογαριθμική κλίμακα) για τους διαφορετικούς τύπους καλλιεργειών του πειράματος. Ο αριθμός χωραφιών και η στατιστική σύγκριση απεικονίζονται στο γράφημα.



διαφορετικών οικογενειών Κολεοπτέρων που συλλέχθηκαν στις παγίδες των τριών τύπων καλλιέργειας (Γράφημα 10), βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους ($F=5,134$, $df=56$, $p=0,009091$). Ο έλεγχος Tukey's κατέδειξε πως η αφθονία των οικογενειών Κολεοπτέρων διέφερε σημαντικά μεταξύ καλλιιεργειών βαμβாகιού και καλαμποκιού



Γράφημα 10. Μέσος όρος και τυπικό σφάλμα αφθονίας οικογενειών Κολεοπτέρων παγίδων παρεμβολής (σε άτομα/100 παγιδοήμερες, λογαριθμική κλίμακα) για τους διαφορετικούς τύπους καλλιιεργειών του πειράματος. Ο αριθμός οικογενειών για κάθε καλλιέργεια και η στατιστική τους σύγκριση απεικονίζονται στο γράφημα.

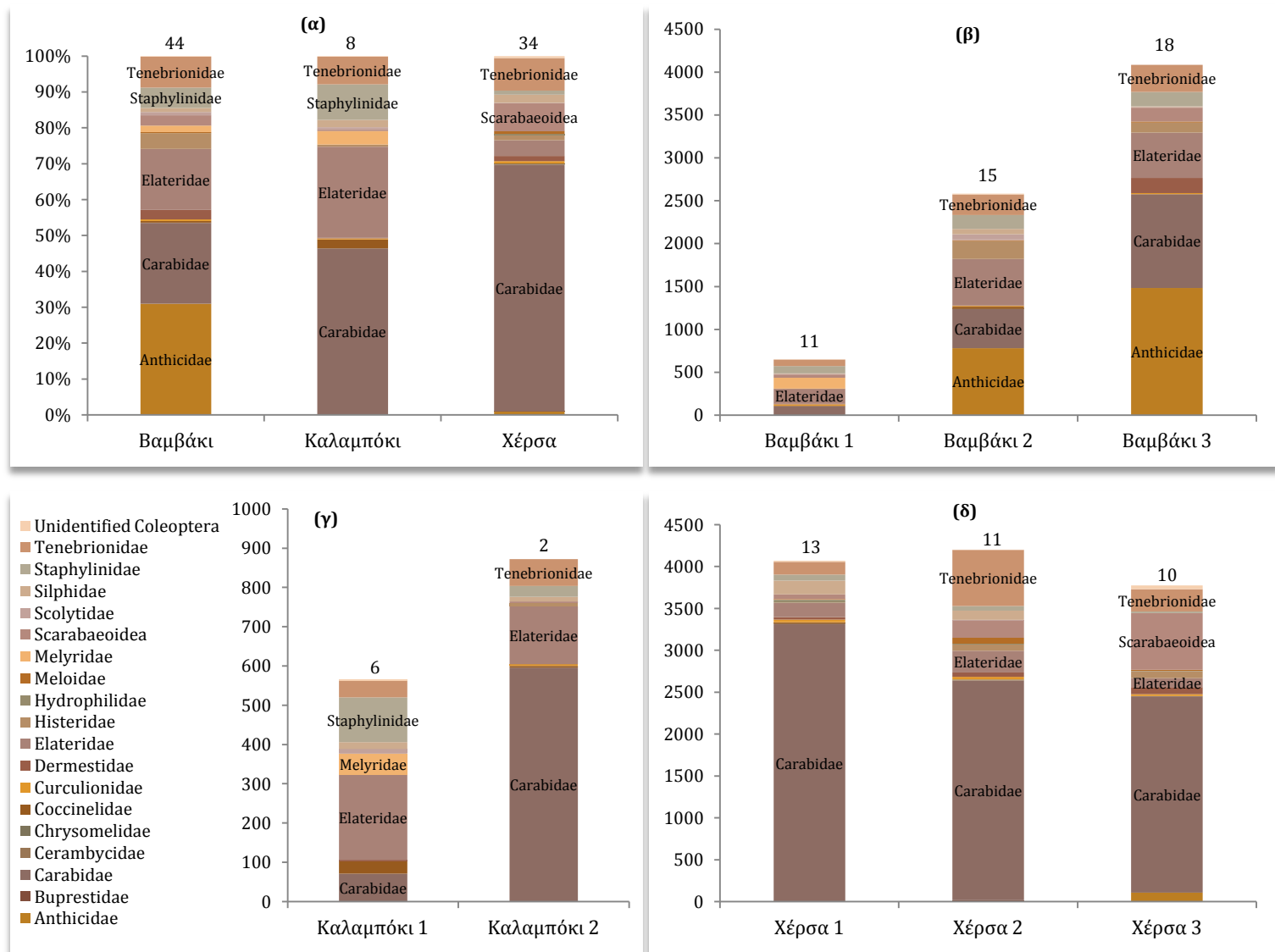
($Q=3,654$, $p=0,03305$), αλλά και μεταξύ καλλιιεργειών καλαμποκιού και χέρσων/ακαλλιιεργητων χωραφιών ($Q=4,148$, $p=0,01351$). Τα βαμβάκια και τα χέρσα δε διέφεραν μεταξύ τους ως προς την αφθονία οικογενειών Κολεοπτέρων ($Q=0,4938$, $p=0,9352$).

Τα επιμέρους ποσοστά σχετικής αφθονίας οικογενειών Κολεοπτέρων για τους τρεις τύπους χωραφιών του πειράματος εμφανίζονται στο **Γράφημα 11α**.

Στις καλλιιεργειες βαμβாகιού υπερτερούν σε αφθονία τα Anthicidae και έπονται τα Carabidae, τα οποία όμως είναι τα περισσότερα άφθονα τόσο στις καλλιιεργειες καλαμποκιού,

όσο και στα χέρσα/ακαλλιιεργητα χωράφια, όπου κυριαρχούν με σχετική αφθονία 68,7%. Επιπλέον, τα Elateridae έχουν σημαντική σχετική αφθονία στις καλλιιεργειες βαμβாகιού, αλλά και καλαμποκιού, ενώ και στους τρεις τύπους χωραφιών συλλέχθηκαν Tenebrionidae με παρόμοια σχετική αφθονία. Τα Staphylinidae στα βαμβάκια και τα καλαμπόκια και η υπεοικογένεια Scarabaeoidea στα χέρσα/ακαλλιιεργητα χωράφια παρουσίασαν επίσης σημαντική αφθονία. Στα βαμβάκια εντοπίστηκαν συνολικά 16 ταξινομικές κατηγορίες Κολεοπτέρων (15 οικογένειες και μία κατηγορία μη αναγνωρισμένων), στα καλαμπόκια 13 και στα χέρσα/ακαλλιιεργητα χωράφια 19.

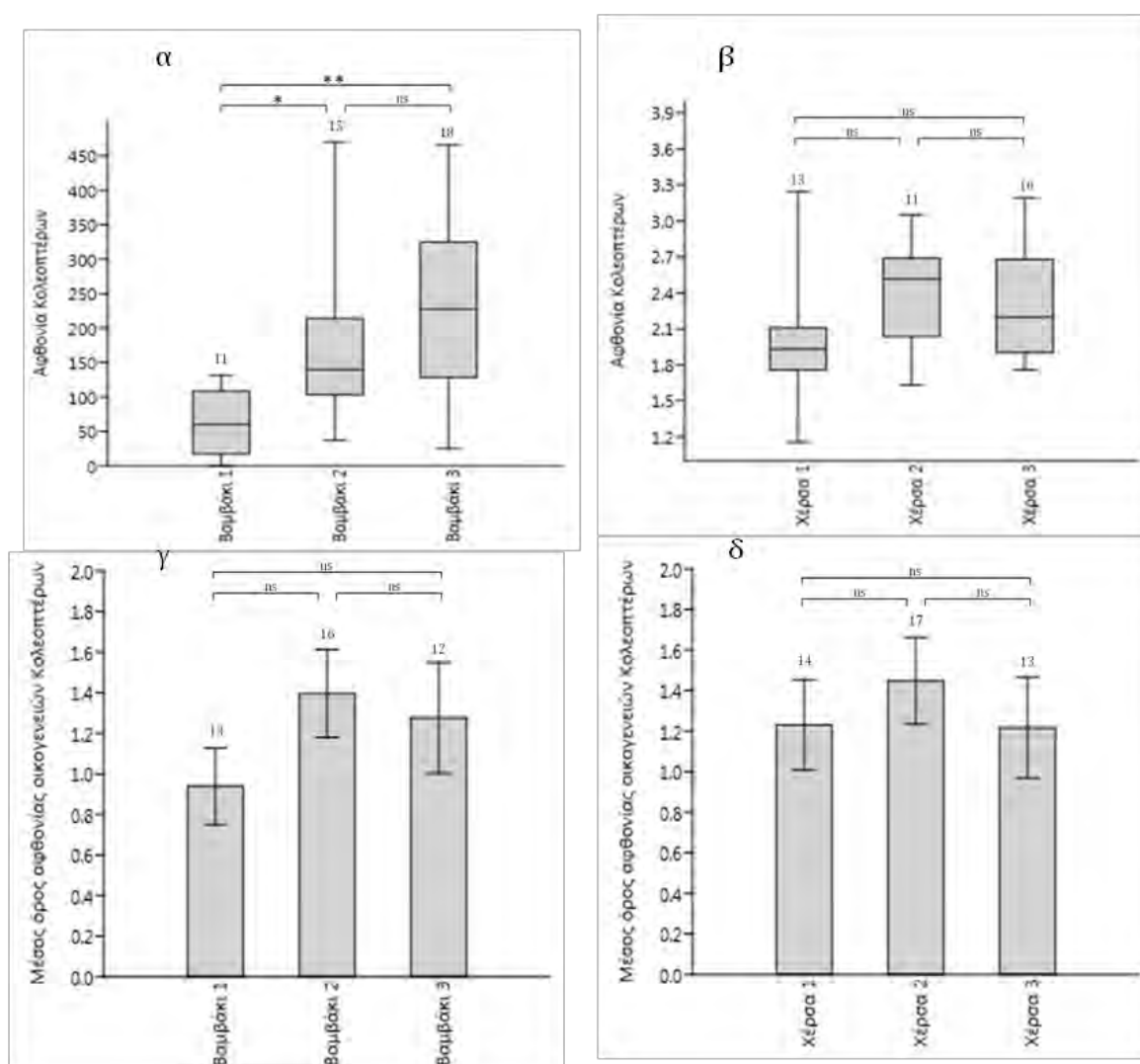
Στις καλλιιεργειες βαμβாகιού, η αφθονία Κολεοπτέρων που συλλέχθηκαν με παγίδες παρεμβολής, αυξήθηκε προοδευτικά στις τρεις δειγματοληψίες, ενώ σημαντικές σε αφθονία οικογένειες ήταν κατά σειρά τα Elateridae, Melyridae και Carabidae για την 1^η και 2^η δειγματοληψία, και τα Anthicidae, Carabidae, Elateridae και Tenebrionidae για την 3^η δειγματοληψία (Γράφημα 11β). Οι καλλιιεργειες καλαμποκιού της δεύτερης δειγματοληψίας, παρότι λιγότερες σε αριθμό, συγκέντρωσαν μεγαλύτερη αφθονία Κολεοπτέρων από αυτές τις πρώτης δειγματοληψίας, με κυρίαρχη σε αφθονία οικογένεια τα Carabidae, ακολουθούμενα



Γράφημα 11. (α)Συνολική σχετική αφθονία Κολεοπτέρων (σε άτομα/100 παγιοδημέρες), στους διαφορετικούς τύπους καλλιιεργειών του πειράματος. (β)Αφθονία Κολεοπτέρων (σε άτομα/100 παγιοδημέρες) στις καλλιέργειες βαμβακιού, για κάθε δειγματοληψία του πειράματος. (γ)Αφθονία Κολεοπτέρων (σε άτομα/100 παγιοδημέρες) στις καλλιέργειες καλαμποκιού, για κάθε δειγματοληψία του πειράματος. (δ)Αφθονία Κολεοπτέρων (σε άτομα/100 παγιοδημέρες) στα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια, για κάθε δειγματοληψία του πειράματος (οι αριθμοί στην κορυφή κάθε στήλης αντιστοιχούν στον αριθμό χωραφιών).

από τα Elateridae και τα Tenebrionidae. Αντίθετα, στα καλαμπόκια της πρώτης δειγματοληψίας συλλέχθηκαν περισσότερο κατά σειρά οι οικογένειες: Elateridae, Staphylinidae, Carabidae και Melyridae (Γράφημα 11γ). Τέλος, στα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια κυριάρχησαν τα Carabidae και στις τρεις δειγματοληψίες, ενώ οι υπόλοιπες οικογένειες συγκέντρωσαν πολύ μικρότερους αριθμούς, με σημαντικές σε αφθονία τις: Tenebrionidae, Elateridae και Scarabaeoidea. Στα χέρσα/ακαλλιέργητα, η δεύτερη δειγματοληψία συγκέντρωσε την υψηλότερη αφθονία Κολεοπτέρων από τις τρεις, παρότι ο αριθμός των χωραφιών ήταν μικρότερος από αυτόν της πρώτης δειγματοληψίας (Γράφημα 11δ).

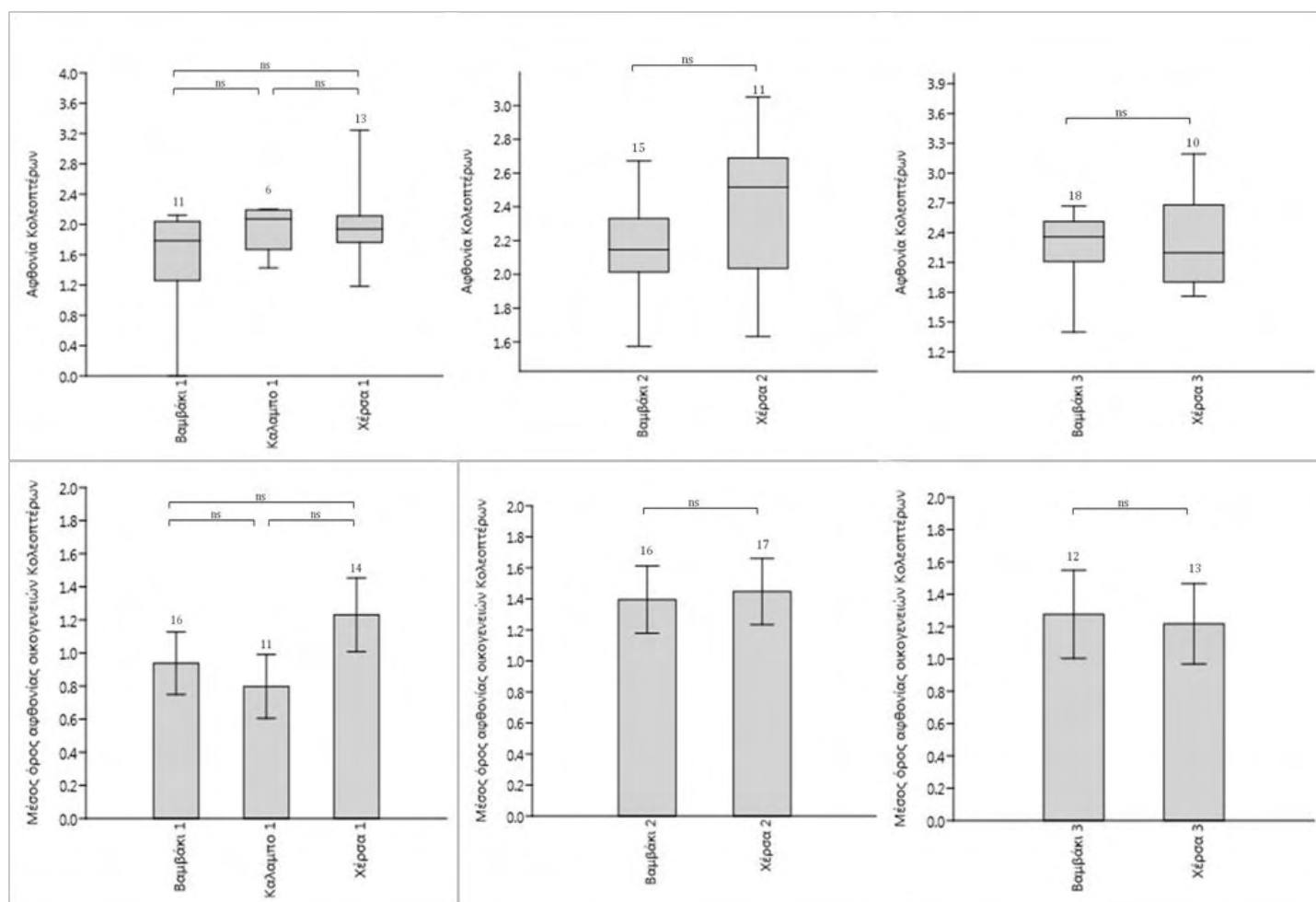
Η στατιστική επεξεργασία των συγκρίσεων αφθονίας Κολεοπτέρων στους διαφορετικούς τύπους καλλιέργειών και τις διαφορετικές δειγματοληπτικές φάσεις του πειράματος έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα. Τα βαμβάκια παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των τριών δειγματοληψιών του πειράματος ($F=14,87$, $df=26,41$, $p=0,00004712$), όσον αφορά την αφθονία Κολεοπτέρων των παγίδων παρεμβολής. Η 1η δειγματοληψία διαφέρει από την 2η σε επίπεδο σημαντικότητας $p<0,05$ και από την 3η σε επίπεδο σημαντικότητας $p<0,001$ ($Q_{12}=3,894$, $p=0,02341$ και $Q_{13}=5,788$, $p=0,0006572$), ενώ δε διαφέρει σημαντικά η αφθονία Κολεοπτέρων της 2ης από την 3η δειγματοληψία ($Q_{23}=1,894$, $p=0,3822$) (Γράφημα 12α). Αντίθετα, η αφθονία Κολεοπτέρων στα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια δε διαφέρει στατιστικώς σημαντικά μεταξύ των τριών δειγματοληψιών ($F=1,848$, $df=33$, $p=0,1744$) (Γράφημα 12β).



Γράφημα 12. Boxplots συνολικής αφθονίας Κολεοπτέρων παγίδων παρεμβολής (σε άτομα/100 παγιδοημέρες) για τις καλλιέργειες βαμβακιού (α) και χέρσων/ακαλλιέργητων χωραφιών (β), των τριών δειγματοληψιών του πειράματος (ο αριθμός χωραφιών και η στατιστική σύγκριση απεικονίζονται στο γράφημα). Μέσος όρος και τυπικό σφάλμα αφθονίας οικογενειών Κολεοπτέρων παγίδων παρεμβολής (σε άτομα/100 παγιδοημέρες, λογαριθμική κλίμακα) για τις καλλιέργειες βαμβακιού (γ) και τα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια (δ) του πειράματος (ο αριθμός οικογενειών για κάθε δειγματοληψία και η στατιστική τους σύγκριση απεικονίζονται στο γράφημα).

Οι τρεις δειγματοληψίες δεν εμφάνισαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, όσον αφορά την αφθονία Κολεοπτέρων ανά οικογένεια, τόσο στις καλλιέργειες βαμβακιού ($F=1,076$, $df=56$, $p=0,3481$), όσο και στα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια ($F=0,3199$, $df=56$, $p=0,7276$) (Γράφημα 12γ και 12δ). Οι περισσότερες οικογένειες Κολεοπτέρων εντοπίστηκαν στη 2^η δειγματοληψία, τόσο για τα βαμβάκια ($n=16$), όσο και για τα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια ($n=17$).

Συγκρίνοντας την αφθονία Κολεοπτέρων και την αφθονία οικογενειών Κολεοπτέρων στους διαφορετικούς τύπους καλλιεργείων της κάθε δειγματοληψίας, δεν εντοπίστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους (Γράφημα 13).



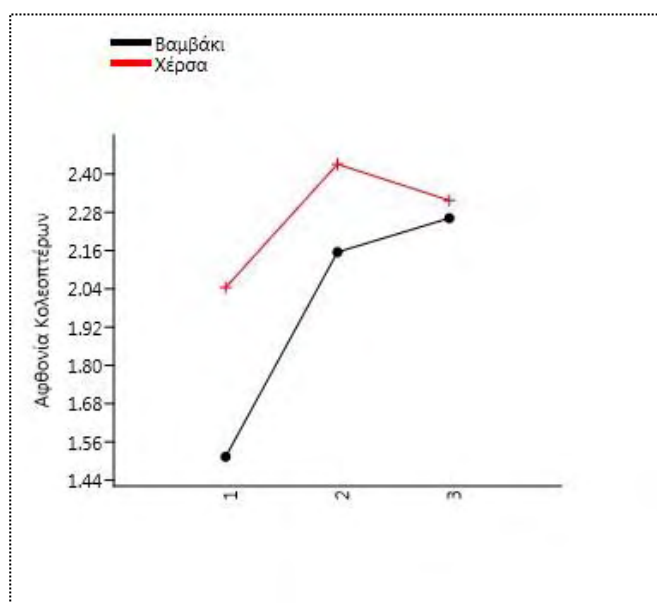
Γράφημα 13. Boxplots αφθονίας Κολεοπτέρων και μέσοι όροι αφθονίας οικογενειών Κολεοπτέρων για τις καλλιέργειες 1ης, 2ης και 3ης δειγματοληψίας (σε άτομα/100 παγιδοημέρες, λογαριθμική κλίμακα).

Στη συνέχεια εφαρμόστηκε ανάλυση διακύμανσης (two way ANOVA), για να ελεγχθεί η επίδραση του παράγοντα «δειγματοληψία» και του παράγοντα «τύπος καλλιέργειας» στην αφθονία των Κολεοπτέρων, καθώς και αν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο παραγόντων. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης έδειξαν πως η αφθονία

Κολεοπτέρων επηρεάζεται στατιστικώς σημαντικά, τόσο από τις διαφορετικές δειγματοληψίες του πειράματος ($F=8,759$, $df=2$, $p<0,001$), όσο και από τον τύπο της καλλιέργειας ($F=3,992$, $df=1$, $p<0,05$). Αντίθετα, δεν υπήρξε στατιστικώς σημαντική αλληλεπίδραση των δύο παραγόντων («δειγματοληψία x καλλιέργεια») στην αφθονία των Κολεοπτέρων που συλλέχθηκαν με παγίδες παρεμβολής (Πίνακας 4).

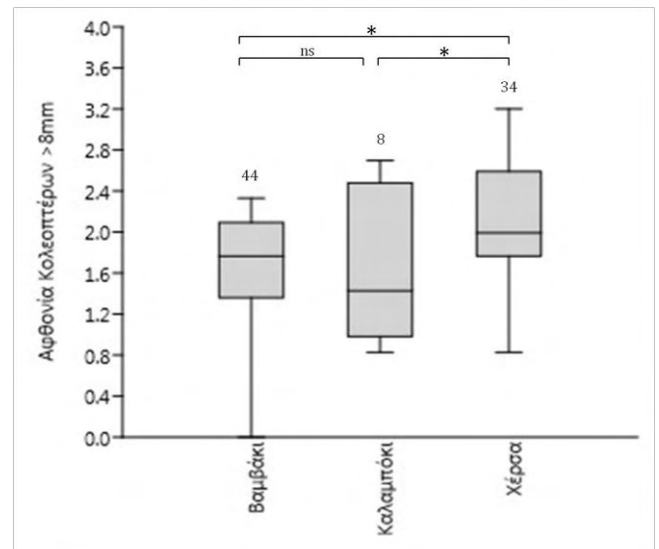
Πίνακας 4. Ανάλυση διακύμανσης two-way ANOVA για την αφθονία Κολεοπτέρων στις παγίδες παρεμβολής.

	df	F	p
Factor A: Δειγματοληψία	2	8,759	0,0003936
Factor B: Καλλιέργεια	1	3,992	0,0495
Interaction:	2	1,885	0,1592
Within:	72		
Total:	77		



Γράφημα 14. Γράφημα μέσω των όρων ανάλυσης διακύμανσης two-way ANOVA, στον άξονα Χ απεικονίζονται τα επίπεδα του παράγοντα "δειγματοληψία" της ανάλυσης.

Η σύγκριση της αφθονίας Κολεοπτέρων στις διαφορετικές καλλιέργειες του πειράματος διαφοροποιείται, όταν πρόκειται για τα ‘μεγάλα’ Κολεόπτερα (>8mm). Οι τρεις τύποι χωραφιών διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους ($F=7,949$, $df=85$, $p=0,000694$). Σε αυτή την περίπτωση, τα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά τόσο από τα βαμβάκια ($Q=3,479$, $p=0,04191$), όσο και από τα καλαμπόκια ($Q=4,225$, $p=0,01033$), ενώ βαμβάκια και καλαμπόκια δε διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους στην αφθονία Κολεοπτέρων >8mm ($Q=0,7458$, $p=0,8582$).



Γράφημα 15. Boxplots αφθονίας Κολεοπτέρων >8mm παγίδων παρεμβολής (σε άτομα/100 παγιδοημέρες, λογαριθμική κλίμακα) για τους διαφορετικούς τύπους καλλιεργειών του πειράματος. Ο αριθμός χωραφιών και η στατιστική σύγκριση απεικονίζονται στο γράφημα.

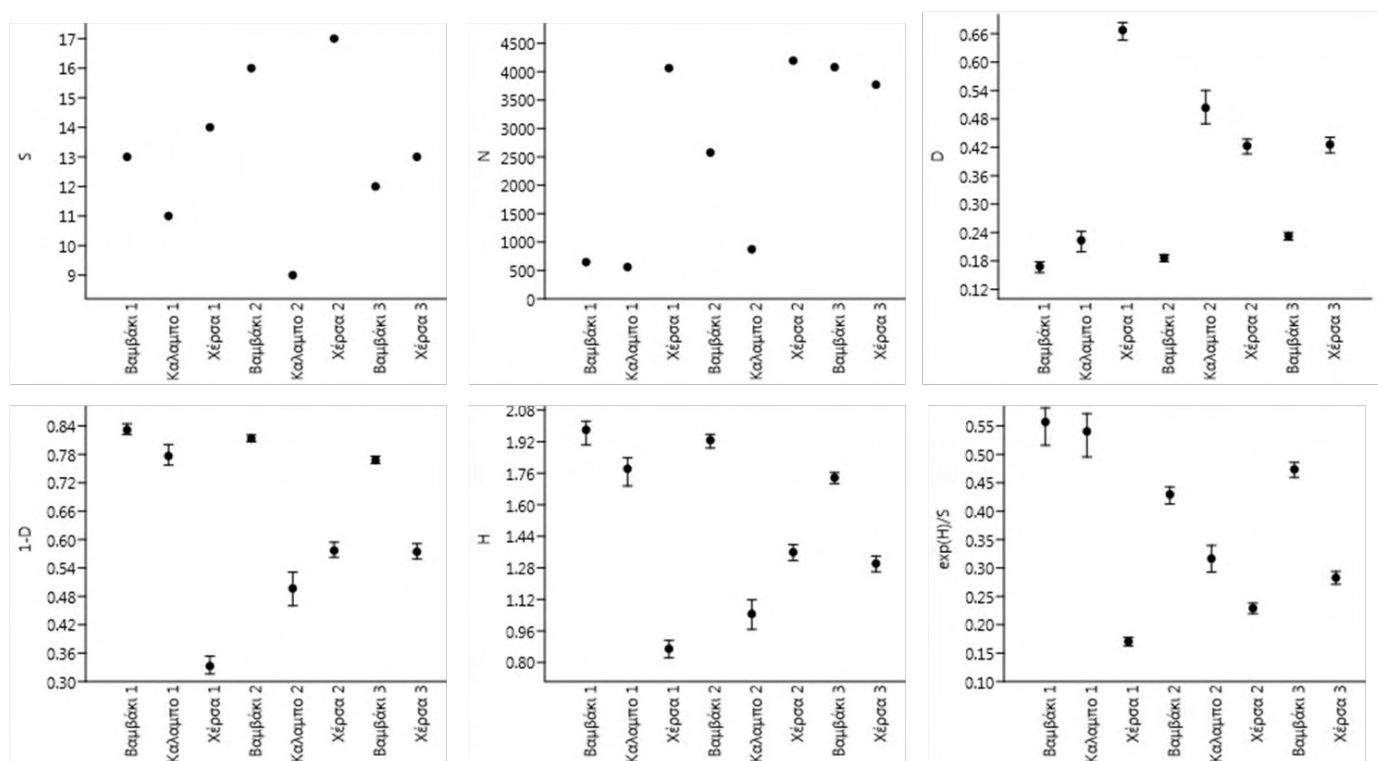
4.1.2 Ποικιλότητα Κολεοπτέρων παγίδων παρεμβολής

Συνολικά, τα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια παρουσίασαν τον μεγαλύτερο αριθμό taxa (οικογένειες) και ατόμων Κολεοπτέρων, ακολουθούμενα από τις καλλιέργειες βαμβακιού, ενώ οι καλλιέργειες καλαμποκιού συγκέντρωσαν λιγότερα άτομα και λιγότερες οικογένειες Κολεοπτέρων. Όσον αφορά τους δείκτες ποικιλότητας (Πίνακας 5), τα χέρσα εμφανίζουν τον υψηλότερο δείκτη επικράτησης D και αντίστοιχα τον χαμηλότερο δείκτη Simpson ($1-D$), γεγονός που μπορεί να αποδοθεί στην κυριαρχία λίγων taxa, όπως τα Carabidae και τα Tenebrionidae. Από την άλλη, ο δείκτης ποικιλότητας Shannon (H) και οι δείκτες ομοιομορφίας/ομαλότητας (e^H/S και J) δίνουν μεγαλύτερες τιμές στα βαμβάκια, ακολούθως στα καλαμπόκια, ενώ τη μικρότερη ποικιλότητα και ομοιομορφία, όσον αφορά τα Κολεόπτερα, την εμφανίζουν τα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια.

Πίνακας 5. Δείκτες α ποικιλότητας Κολεοπτέρων παγίδων παρεμβολής.

	1 ^η Δειγματοληψία			2 ^η Δειγματοληψία			3 ^η Δειγματοληψία		Συνολικά		
	Βαμβάκι 1	Καλαμπόκι 1	Χέρσα 1	Βαμβάκι 2	Καλαμπόκι 2	Χέρσα 2	Βαμβάκι 3	Χέρσα 3	Βαμβάκι	Καλαμπόκι	Χέρσα
Taxa_S	13	11	14	16	9	17	12	13	16	13	19
Individuals	646	560	4.063	2.575	872	4.195	4.080	3.771	7.311	1.432	12.041
Dominance_D	0,1682	0,2233	0,6675	0,1866	0,5034	0,4231	0,2323	0,4258	0,1903	0,2983	0,4899
Simpson_1-D	0,8318	0,7767	0,3325	0,8134	0,4966	0,5769	0,7677	0,5742	0,8097	0,7017	0,5101
Shannon_H	1,98	1,783	0,8695	1,928	1,047	1,359	1,738	1,302	1,958	1,551	1,264
Evenness_e^H/S	0,5571	0,5404	0,1704	0,4295	0,3164	0,229	0,4736	0,2827	0,4426	0,3627	0,1863
Equitability_J	0,7719	0,7434	0,3295	0,6952	0,4763	0,4797	0,6992	0,5075	0,706	0,6046	0,4292

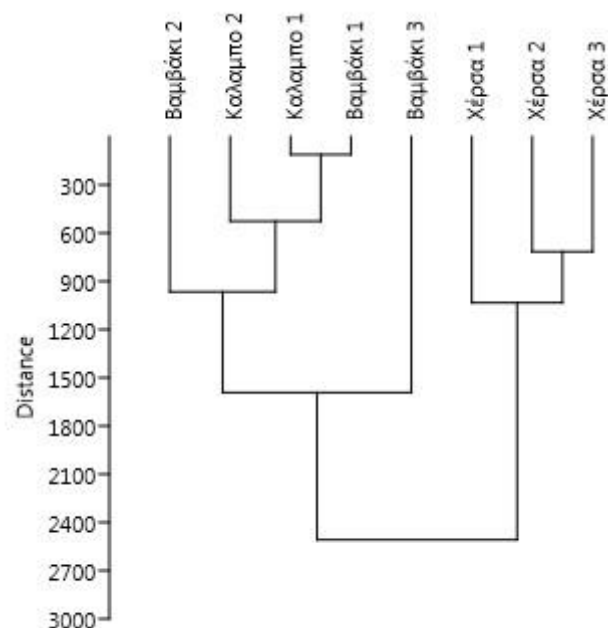
Σχολιάζοντας τις επιμέρους δειγματοληψίες με παγίδες παρεμβολής (Πίνακας 5, Γράφημα 16) τα περισσότερα taxa (οικογένειες Κολεοπτέρων) καταμετρήθηκαν στα χέρσα της 2^{ης} δειγματοληψίας, όπου βρέθηκε και η μεγαλύτερη αφθονία ατόμων. Αντίθετα, τα καλαμπόκια της 2^{ης} δειγματοληψίας εμφανίζουν τα λιγότερα taxa και μια από τις χαμηλότερες αφθονίες ατόμων, μαζί με τα βαμβάκια και τα καλαμπόκια της 1^{ης} δειγματοληψίας. Υψηλή αφθονία παρουσιάζουν επίσης τα χέρσα της 1^{ης} και 3^{ης} δειγματοληψίας και τα βαμβάκια της 3^{ης} δειγματοληψίας. Στους δείκτες ποικιλότητας παρατηρείται ο υψηλότερος D στα χέρσα της 1^{ης} δειγματοληψίας, όπου εμφανίζεται αντίστοιχα ο χαμηλότερος δείκτης Simpson ($1-D$), γεγονός που αποδίδεται στην κυριαρχία



Γράφημα 16. Ποικιλότητα Κολεοπτέρων παγίδων παρεμβολής ανά καλλιέργεια και δειγματοληψία, όπου S =taxa, N =αριθμός ατόμων, D =dominance, $1-D$ =δείκτης Simpson, H =δείκτης Shannon, $\exp(H)/S$ =evenness.

των Carabidae στη δειγματοληψία αυτή. Υψηλότερους δείκτες Simpson εμφάνισαν τα βαμβάκια των τριών δειγματοληψιών και τα καλαμπόκια της 1^{ης} δειγματοληψίας. Ως προς τους δείκτες Shannon (H) και ομαλότητας/ομοιομορφίας ($e^{H/S}$ και J), οι υψηλότεροι αποδίδονται στα βαμβάκια της 1^{ης} δειγματοληψίας, ενώ οι χαμηλότεροι στα χέρσα της ίδιας δειγματοληψίας. Υψηλό δείκτη ποικιλότητας (H) εμφανίζουν κατά σειρά τα βαμβάκια της 2^{ης} δειγματοληψίας, τα καλαμπόκια της 1^{ης} και τα βαμβάκια της 3^{ης} δειγματοληψίας. Το πρότυπο των δεικτών Simpson και Shannon εμφανίζεται παρόμοιο για την ποικιλότητα Κολεοπτέρων καλλιεργειών και δειγματοληψιών του πειράματος. Τέλος, τα καλαμπόκια της 1^{ης} και τα βαμβάκια της 3^{ης} δειγματοληψίας εμφανίζουν επίσης υψηλό δείκτη ομαλότητας/ομοιομορφίας.

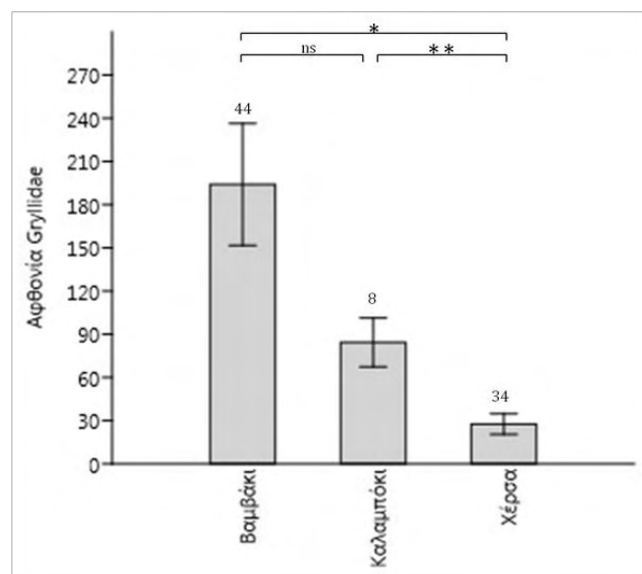
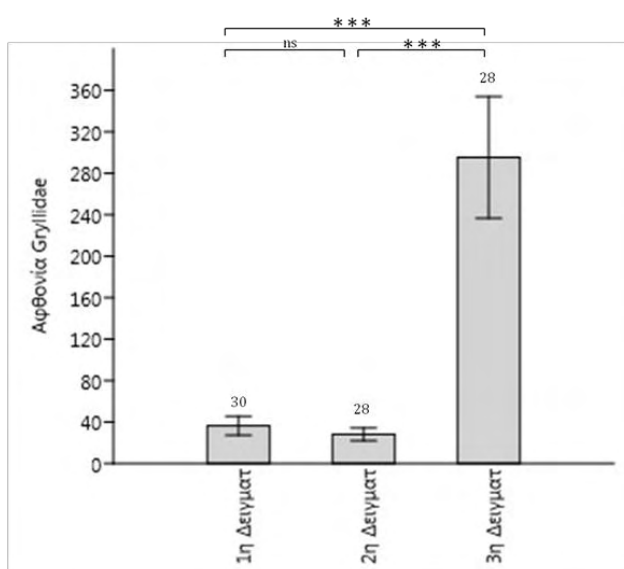
Πραγματοποιήθηκε ανάλυση ομαδοποίησης (cluster analysis) με δείκτη ομοιότητας Bray-curtis, των επιμέρους δειγματοληψιών ανά καλλιέργεια, όσον αφορά τις οικογένειες Κολεοπτέρων των παγίδων παρεμβολής του πειράματος. Το δενδρόγραμμα που δημιουργήθηκε (Γράφημα 17), ομαδοποιεί καλλιέργειες βαμβάκιου και καλαμποκιού σε έναν κλάδο, ενώ τα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια εμφανίζονται σε διακριτό κλάδο, με μικρές αποστάσεις μεταξύ τους. Πλησιέστερα στην ιεράρχηση τοποθετούνται τα βαμβάκια και τα καλαμπόκια της 1^{ης} δειγματοληψίας. Περαιτέρω ομαδοποίηση πραγματοποιείται με τα καλαμπόκια της 2^{ης} δειγματοληψίας και στη συνέχεια, με τα βαμβάκια της 2^{ης} δειγματοληψίας. Ο κλάδος με τη μεγαλύτερη απόσταση από τα προηγούμενα είναι τα βαμβάκια της 3^{ης} δειγματοληψίας.



Γράφημα 17. Δενδρόγραμμα ανάλυσης ομαδοποίησης (cluster analysis) με χρήση του δείκτη Bray-curtis (αλγόριθμος UPGMA), της αφθονίας και ποικιλότητας Κολεοπτέρων των παγίδων παρεμβολής, ανά καλλιέργεια και δειγματοληψία.

4.1.3 Άλλα taxa παγίδων παρεμβολής

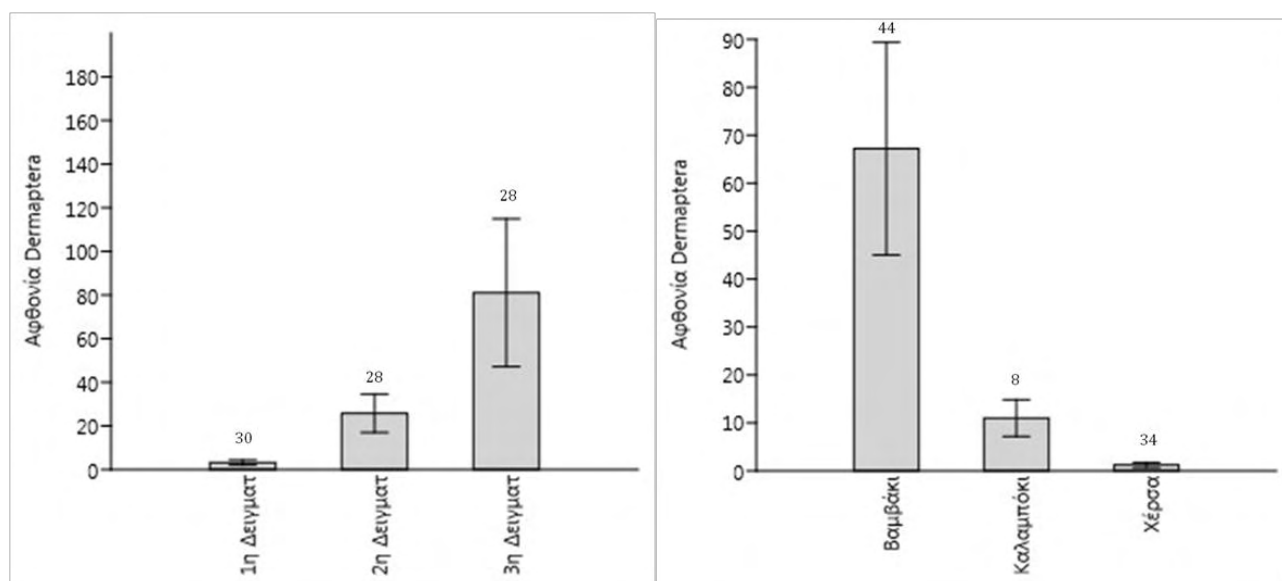
Από τις συλλήψεις με παγίδες παρεμβολής, ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι ταξινομικές



Γράφημα 18. Μέσος όρος και τυπικό σφάλμα αφθονίας Gryllidae παγίδων παρεμβολής (σε άτομα/100παγιδοημέρες), ανά δειγματοληψία και ανά καλλιέργεια. Ο αριθμός χωραφιών και η στατιστική σύγκριση απεικονίζονται στο γράφημα.

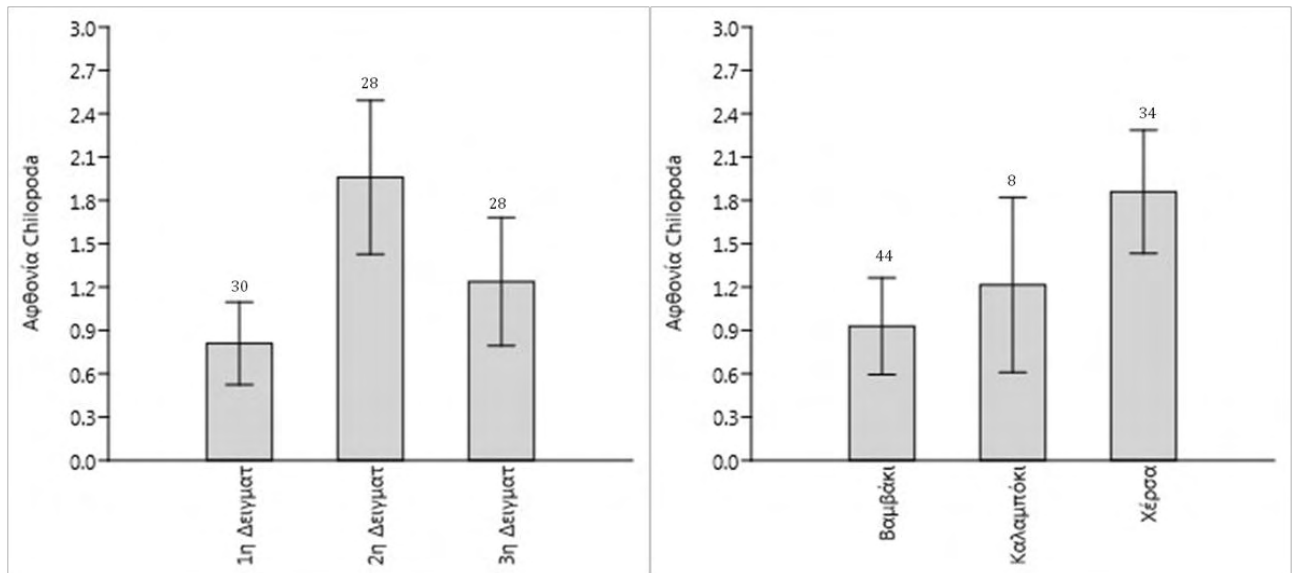
κατηγορίες των Gryllidae, των Δερμαπτέρων και των Χειλοπόδων (κυρίως της οικογένειας Scolopendridae), καθώς αποτελούν κατηγορίες λείας του Κιρκινεξιού και εντοπίζονται στα pellets του. Τα Gryllidae βρέθηκαν σε όλες τις δειγματοληψίες και όλους τους τύπους καλλιέργειών του πειράματος, ωστόσο η μεγαλύτερη συνολική αφθονία τους καταγράφηκε στην 3^η δειγματοληψία. Οι τρεις δειγματοληψίες (Γράφημα 18) διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους ως προς την αφθονία Gryllidae ($F=14,46$, $df=85$, $p=0,0000004693$), ενώ οι σημαντικές διαφορές εντοπίζονται μεταξύ 1^{ης} και 3^{ης} δειγματοληψίας ($Q=6,753$, $p=0,0001269$) και μεταξύ 2^{ης} και 3^{ης} δειγματοληψίας ($Q=7,733$, $p=0,0001085$), ενώ οι δύο πρώτες δειγματοληψίες δε διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους. Συγκρίνοντας τις καλλιέργειες όσον αφορά τα Gryllidae (Γράφημα 18), η μεγαλύτερη συνολική αφθονία βρέθηκε στα βαμβάκια, ακολούθως στα καλαμπόκια, ενώ πολύ μικρή αφθονία Gryllidae βρέθηκε στα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια. Οι διαφορές αυτές είναι στατιστικώς σημαντικές ($F=14,99$, $df=35,76$, $p=0,00001866$). Η αφθονία Gryllidae στα χέρσα διαφέρει σημαντικά από αυτή των βαμβακιών ($Q=3,546$, $p=0,03729$) και από αυτή των καλαμποκιών ($Q=4,36$, $p=0,007864$), ενώ βαμβάκια και καλαμπόκια δε διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους ως προς την αφθονία Gryllidae.

Ως προς τα Δερμάπτερα που συλλέχθηκαν με παγίδες παρεμβολής, η 3^η δειγματοληψία έδωσε τη μεγαλύτερη αφθονία τους, ενώ στα βαμβάκια εντοπίστηκαν πολύ περισσότερα Δερμάπτερα συνολικά, από ότι στα καλαμπόκια και στα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια, όπου η αφθονία Δερμαπτέρων ήταν ιδιαίτερα χαμηλή (Γράφημα 19).



Γράφημα 19. Μέσος όρος και τυπικό σφάλμα αφθονίας Δερμαπτέρων παγίδων παρεμβολής (σε άτομα/100παγιδοημέρες), ανά δειγματοληψία και ανά καλλιέργεια. Ο αριθμός χωραφιών απεικονίζεται στο γράφημα.

Αντίθετα, τα Χειλόποδα βρέθηκαν περισσότερο κατά τη 2^η δειγματοληψία, ενώ η μεγαλύτερη αφθονία τους συνολικά καταγράφηκε στα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια (Γράφημα 20).



Γράφημα 20. Μέσος όρος και τυπικό σφάλμα αφθονίας Χειλοπόδων παγίδων παρεμβολής (σε άτομα/100παγιδιομέρες), ανά δειγματοληψία και ανά καλλιέργεια. Ο αριθμός χωραφιών απεικονίζεται στο γράφημα.

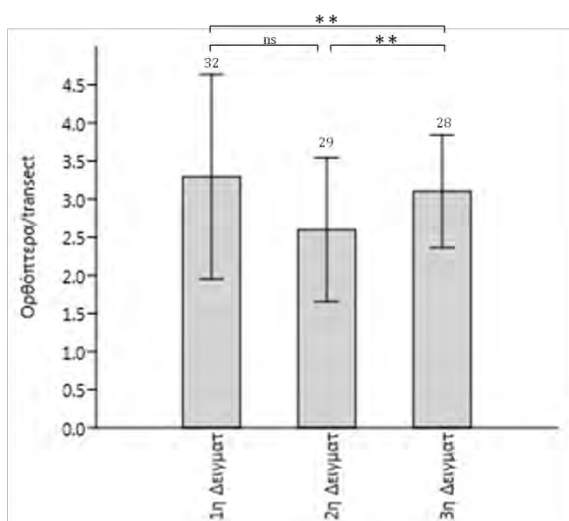
4.2 Γραμμικές διαδρομές καταμέτρησης Ορθοπτέρων (Line transects)

Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 445 line transects καταμέτρησης Ορθοπτέρων σε 89 χωράφια (5 transects/χωράφι), στη διάρκεια των τριών δειγματοληπτικών περιόδων του πειράματος, κατά τα οποία καταμετρήθηκαν συνολικά 1290 Ορθόπτερα και των τριών κατηγοριών μεγέθους (γενικός μέσος όρος = 3,01 Ορθόπτερα/transect, τυπική απόκλιση = 5,89). Ειδικότερα, καταμετρήθηκαν συνολικά 777 ‘μικρά’ Ορθόπτερα (μ.ο = 1,85 Ορθόπτερα/transect), 458 ‘μεσαία’ Ορθόπτερα (μ.ο. = 1,04 Ορθόπτερα/transect) και 55 ‘μεγάλα’ Ορθόπτερα (μ.ο = 0,12 Ορθόπτερα/transect). Οι τύποι καλλιέργειών και ο αριθμός χωραφιών στα οποία πραγματοποιήθηκαν line transects στις τρεις δειγματοληψίες του πειράματος φαίνονται στον Πίνακα 6.

Πίνακας 6. Αριθμός χωραφιών και τύποι καλλιέργειας, όπου πραγματοποιήθηκαν line transects κατά τις τρεις φάσεις του πειράματος.

Δειγματοληψία		1η	2η	3η	Γενικό άθροισμα
Ημερομηνία		23-25/04/2014	03-07/06/2014	08-10/07/2014	
		Αριθμός χωραφιών			
Τύπος Καλλιέργειας	Βαμβάκι	13	16	18	47
	Καλαμπόκι	6	2	0	8
	Χέρσα/Ακαλλιέργητα/Βοσκότοποι	13	11	10	34
	Γενικό άθροισμα	32	29	28	89

Στο Γράφημα 21, παρουσιάζονται οι μέσοι όροι των συνολικών καταμετρήσεων Ορθοπτέρων για τις τρεις δειγματοληπτικές φάσεις του πειράματος, καθώς και το τυπικό σφάλμα για τις καταμετρήσεις κάθε φάσης. Στην 1^η δειγματοληψία καταμετρήθηκαν 3,3 Ορθόπτερα ανά transect όλων των κατηγοριών μεγέθους, στη 2^η 2,6 Ορθόπτερα ανά transect και στην 3^η καταμετρήθηκαν κατά μέσο όρο 3,1 Ορθόπτερα όλων των μεγεθών ανά transect. Ο μη



Γράφημα 21. Μέσος όρος και τυπικό σφάλμα καταμετρημένων Ορθοπτέρων/transect για τις τρεις δειγματοληψίες του πειράματος. Ο αριθμός χωραφιών και η στατιστική σύγκριση απεικονίζονται στο γράφημα.

παραμετρικός έλεγχος Kruskal-Wallis κατέδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των συνολικών καταμετρήσεων Ορθοπτέρων των τριών δειγματοληψιών ($H=10,36, p=0,003757$).

Στη συνέχεια οι καταμετρήσεις των τριών φάσεων συγκρίθηκαν ανά δύο μεταξύ τους με μη παραμετρικό έλεγχο Mann-Whitney (Πίνακας 7). Στατιστικώς σημαντικές διαφορές σε επίπεδο σημαντικότητας $p<0,05$ βρέθηκαν μεταξύ των transects της 1^{ης} και της 3^{ης} φάσης του πειράματος

($U=250$, $p=0,002659$) όσο και μεταξύ των transects της 2^{ης} και της 3^{ης} φάσης ($U=245$, $p=0,009501$), ενώ μεταξύ της 1^{ης} και της 2^{ης} δειγματοληπτικής περιόδου δεν βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στα συνολικά transects καταμέτρησης Ορθοπτέρων.

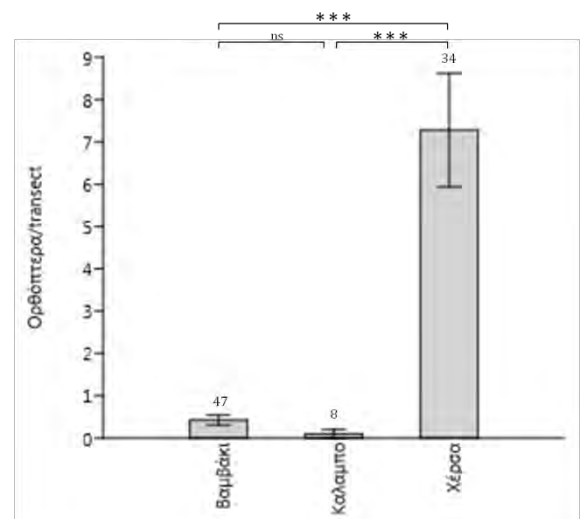
Πίνακας 7. Έλεγχος Mann-Whitney για τις καταμετρήσεις Ορθοπτέρων/transect στις τρεις δειγματοληπτικές φάσεις του πειράματος.

Δειγματοληψία (n_1-n_2)	U	p
1η-2η (32-29)	419	ns
1η-3η (32-28)	250	0,002659
2η-3η (29-28)	245	0,009501

Στη συνέχεια συγκρίθηκαν οι καταμετρήσεις Ορθοπτέρων με line transects στους διαφορετικούς τύπους καλλιεργείων (Γράφημα 22).

Ο μέσος όρος καταμετρήσεων Ορθοπτέρων σε χέρσα χωράφια, ήταν κατά πολύ μεγαλύτερος από αυτόν των καλλιεργείων βαμβακιού και καλαμποκιού. Μεγαλύτερο ήταν επίσης στα χέρσα το εύρος και η διακύμανση των καταμετρημένων Ορθοπτέρων, επομένως και το τυπικό σφάλμα τους.

Βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές στις καταμετρήσεις Ορθοπτέρων των διαφορετικών τύπων καλλιέργειας με τον έλεγχο Kruskal-Wallis ($H=45,31$,



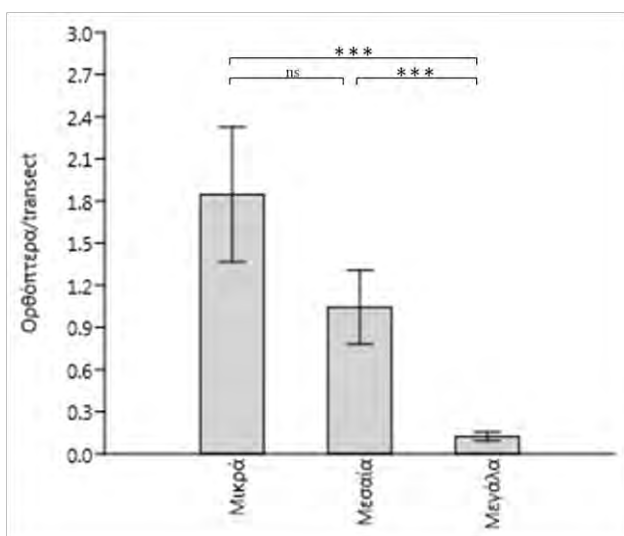
Γράφημα 22. Μέσος όρος και τυπικό σφάλμα καταμετρημένων Ορθοπτέρων/transect για τους διαφορετικούς τύπους καλλιεργείων του πειράματος. Ο αριθμός χωραφιών και η στατιστική σύγκριση απεικονίζονται στο γράφημα.

$p=0,00000000002454$). Στον Πίνακας 8, που αφορά τον έλεγχο Mann-Whitney, καταδεικνύεται ότι οι καταμετρήσεις Ορθοπτέρων στα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια διαφέρουν σημαντικά τόσο από αυτές των καλλιεργείων βαμβακιού ($U=131,5$, $p=0,00000000005537$), όσο και από τις καταμετρήσεις των καλλιεργείων καλαμποκιού ($U=13$, $p=0,00007901$). Η σύγκριση των καταμετρήσεων Ορθοπτέρων μεταξύ καλλιεργείων βαμβακιού και καλαμποκιού δεν κατέδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές για $p<0,05$.

Πίνακας 8. Έλεγχος Mann-Whitney για τις καταμετρήσεις Ορθοπτέρων/transect στους διαφορετικούς τύπους καλλιιεργειών του πειράματος.

Καλλιέργεια (n_1-n_2)	U	p
Βαμβάκι-Καλαμπόκι (47-8)	137,5	ns
Βαμβάκι-Χέρσα (47-34)	131,5	0,0000000005537
Καλαμπόκι-Χέρσα (8-34)	13	0,00007901

Όσον αφορά τις καταμετρήσεις Ορθοπτέρων με βάση το μέγεθος (Γράφημα 23), σε όλους τους τύπους καλλιιεργειών στις τρεις δειγματοληψίες, βρέθηκαν στατιστικώς



Γράφημα 23. Μέσος όρος και τυπικό σφάλμα καταμετρημένων Ορθοπτέρων/transect για όλους τους τύπους καλλιιεργειών και όλες τις δειγματοληψίες, σύμφωνα με το μέγεθός τους. Η στατιστική σύγκριση απεικονίζεται στο γράφημα.

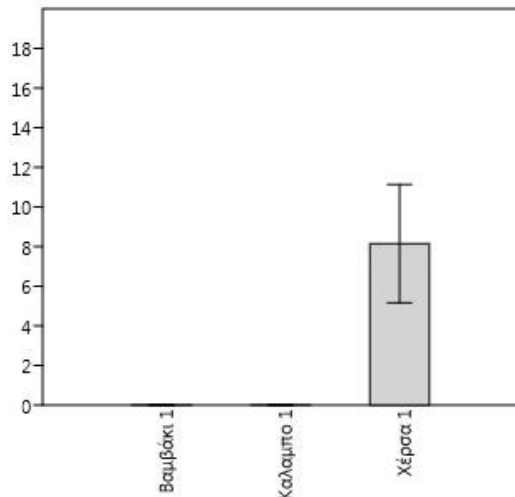
σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, εφαρμόζοντας μη παραμετρικό έλεγχο Kruskal-Wallis ($H=19,31$, $p=0,000006312$). Συγκρίνοντας ανά ζεύγη τους μέσους όρους των καταμετρήσεων Ορθοπτέρων ανά transect για τα τρία μεγέθη με μη παραμετρικό έλεγχο Mann-Whitney, εντοπίστηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές για $p<0,001$ σε δύο περιπτώσεις (Πίνακας 9). Ο μέσος όρος ανά

καταμετρήσεων μεγάλων Ορθοπτέρων που είναι 0,12 ($U=2506$, $p=0,000001689$), ενώ ο μέσος όρος καταμετρήσεων μεσαίων Ορθοπτέρων ανά transect είναι 1,04 και διαφέρει επίσης σημαντικά από αυτόν των μεγάλων Ορθοπτέρων ($U=2898$, $p=0,0003123$). Μεταξύ των καταμετρήσεων μικρών και μεσαίων Ορθοπτέρων δε βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

Πίνακας 9. Έλεγχος Mann-Whitney καταμετρήσεων Ορθοπτέρων/transect για τις τρεις κατηγορίες μεγέθους, σε όλους τους τύπους καλλιιεργειών και όλες τις φάσεις του πειράματος.

Μεγέθη Ορθοπτέρων	U	p
Μικρά-Μεσαία	3550	ns
Μικρά-Μεγάλα	2506	0,000001689
Μεσαία-Μεγάλα	2898	0,0003123

Κατά την 1^η δειγματοληπτική φάση του πειράματος δεν εντοπίστηκε κανένα Ορθόπτερο στα line transects που πραγματοποιήθηκαν τόσο στις καλλιέργειες βαμβακιού (n=13), όσο και στις καλλιέργειες καλαμποκιού (n=6). Αντίθετα, στα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια (n=13) καταμετρήθηκε σημαντικός αριθμός Ορθοπτέρων με γενικό μέσο όρο 8,14

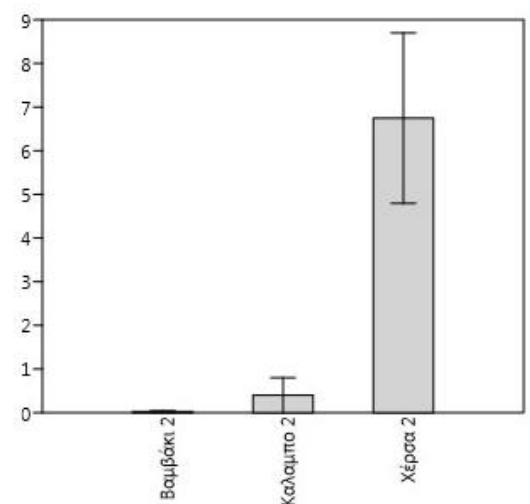


Γράφημα 24. Μέσος όρος και τυπικό σφάλμα καταμετρημένων Ορθοπτέρων/transect στους διαφορετικούς τύπους καλλιεργειών της 1ης δειγματοληψίας του πειράματος.

Ορθόπτερα/transect και τυπικό σφάλμα 2,99. Το εύρος των καταμετρήσεων κυμάνθηκε από 0 Ορθόπτερα σε δύο χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια έως 40,5 Ορθόπτερα/transect σε ένα χέρσο/ακαλλιέργητο χωράφι. Στο **Γράφημα 24**, εμφανίζονται ο μέσος όρος και το τυπικό σφάλμα των καταμετρήσεων Ορθοπτέρων της 1^{ης} δειγματοληψίας.

Κατά την 2^η δειγματοληπτική φάση του πειράματος, οι καλλιέργειες βαμβακιού (n=16) διατήρησαν τις μηδενικές καταμετρήσεις Ορθοπτέρων, πλην δύο περιπτώσεων χωραφιών στα οποία καταμετρήθηκε από ένα Ορθόπτερο. Λόγω του ύψους των φυτών καλαμποκιού αυτή την περίοδο,

κατέστη δυνατόν να πραγματοποιηθούν line transects σε δύο μόλις χωράφια, αριθμός ανεπαρκής για περαιτέρω στατιστική ανάλυση των καταμετρήσεων αυτών. Από την άλλη, στα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια καταμετρήθηκε αριθμός Ορθοπτέρων σε όλες τις περιπτώσεις (n=11), με ελάχιστο μέσο όρο ίσο με 0,6 Ορθόπτερα/transect και μέγιστο ίσο με 18,6 Ορθόπτερα/transect. Ο γενικός μέσος όρος καταμετρημένων Ορθοπτέρων/transect στα χωράφια αυτά ήταν 6,76 Ορθόπτερα/transect και το τυπικό σφάλμα 1,95 (**Γράφημα 25**).



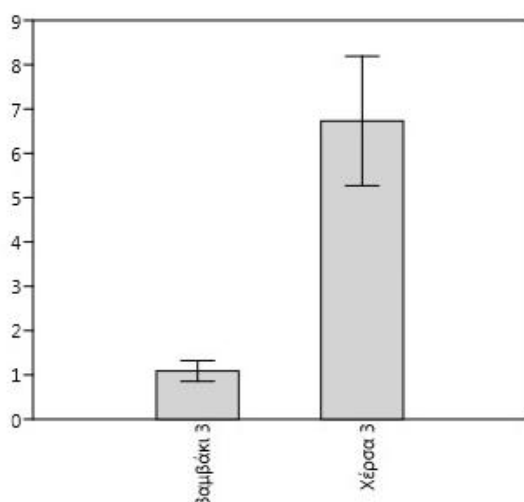
Γράφημα 25. Μέσος όρος και τυπικό σφάλμα καταμετρημένων Ορθοπτέρων/transect στους διαφορετικούς τύπους καλλιεργειών της 2ης δειγματοληψίας του πειράματος.

Τόσο ο έλεγχος Kruskal-Wallis, όσο και ο έλεγχος Mann-Whitney κατέδειξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές κατά τη 2^η φάση του πειράματος, στις καταμετρήσεις Ορθοπτέρων μεταξύ των καλλιεργειών βαμβακιού και χέρσων/ακαλλιέργητων χωραφιών ($H=18,86$, $p=0,00000284$ και $U=0$, $p=0,000003232$).

Κατά την 3^η δειγματοληπτική φάση του πειράματος, έγιναν καταμετρήσεις Ορθοπτέρων μόνο σε καλλιέργειες βαμβακιού (n=18), καθώς και σε χέρσα/ακαλλιέργητα

χωράφια ($n=10$). Αυτή τη φορά, στα βαμβάκια καταμετρήθηκαν Ορθόπτερα, από 0 έως 3,2 Ορθόπτερα/transect κατά μέσο όρο χωραφιού. Ο συνολικός μέσος όρος των καλλιιεργειών βαμβακιού βρέθηκε 1,09 Ορθόπτερα/transect και το τυπικό σφάλμα ίσο με 0,23. Από την άλλη, στα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια καταμετρήθηκε μεγάλος αριθμός Ορθοπτέρων ανά χωράφι με εύρος μέσων όρων από 0,4 έως 17,4 Ορθόπτερα/transect. Ο γενικός μέσος όρος των χέρσων/ακαλλιέργητων ήταν 6,73 Ορθόπτερα/transect και το τυπικό σφάλμα ίσο με 1,46 (Γράφημα 26).

Τόσο ο έλεγχος Kruskal-Wallis, όσο και ο έλεγχος Mann-Whitney κατέδειξαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές κατά τη 3^η φάση του πειράματος, στις καταμετρήσεις



Γράφημα 26. Μέσος όρος και τυπικό σφάλμα καταμετρημένων Ορθοπτέρων/transect στους διαφορετικούς τύπους καλλιιεργειών της 3ης δειγματοληψίας του πειράματος.

Ορθοπτέρων μεταξύ των καλλιιεργειών βαμβακιού και χέρσων/ακαλλιέργητων χωραφιών ($H=13,28$, $p=0,0002473$ και $U=14$, $p=0,0002717$).

Συγκρίνοντας τα Ορθόπτερα που καταμετρήθηκαν στον κάθε τύπο καλλιιεργειας στις τρεις διαδοχικές φάσεις του πειράματος με έλεγχο Mann-Whitney (Πίνακας 10), βρέθηκαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των καλλιιεργειών βαμβακιού της 1^{ης} και της 3^{ης} φάσης ($U=6,5$, $p=0,000003606$) και αυτών της 2^{ης} και 3^{ης}

φάσης ($U=11$, $p=0,000001635$). Αντίθετα, δε διέφεραν σημαντικά οι καταμετρήσεις

Ορθοπτέρων στις καλλιιεργειες βαμβακιού της

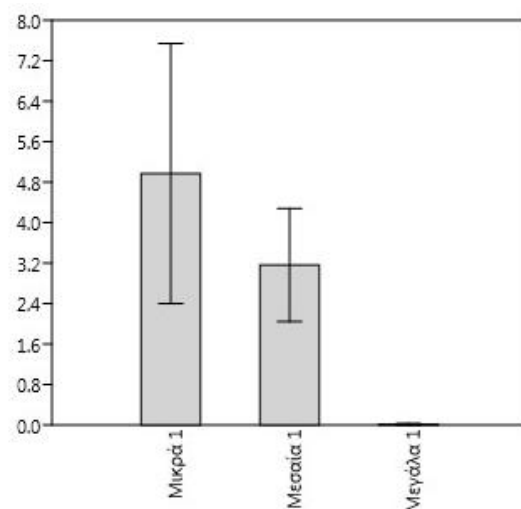
1^{ης} και της 2^{ης} φάσης. Επίσης, οι καταμετρήσεις Ορθοπτέρων στα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια δεν εμφάνισαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές συγκρίνοντας ανά ζεύγη τα αποτελέσματα των transects των τριών φάσεων του πειράματος ($p>0,05$ και στις τρεις περιπτώσεις). Τέλος, δε συγκρίθηκαν οι καλλιιεργειες καλαμποκιού των διαδοχικών πειραματικών φάσεων λόγω έλλειψης δεδομένων.

Πίνακας 10. Έλεγχος Mann-Whitney για τις καταμετρήσεις Ορθοπτέρων/transect στις τρεις δειγματοληπτικές φάσεις του πειράματος για τις καλλιιεργειες βαμβακιού και τα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια.

Δειγματοληψία	Βαμβάκι			Χέρσα		
	n1-n2	U	p	n1-n2	U	p
1 ^η -2 ^η	13-16	91	ns	13-11	65,5	ns
1 ^η -3 ^η	13-18	6,5	0,000003606	13-10	60	ns
2 ^η -3 ^η	16-18	11	0,000001635	11-10	47	ns

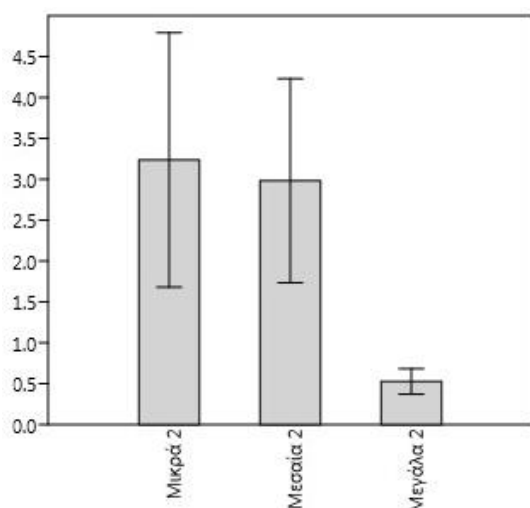
Για τα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια πραγματοποιήθηκαν περαιτέρω συγκρίσεις μεταξύ των καταμετρήσεων Ορθοπτέρων διαφορετικού μεγέθους της κάθε δειγματοληπτικής φάσης του πειράματος και των καταμετρήσεων Ορθοπτέρων ίδιου μεγέθους μεταξύ των διαφορετικών πειραματικών φάσεων. Την 1^η δειγματοληπτική φάση καταμετρήθηκαν ως επί το πλείστον μικρά και μεσαία Ορθόπτερα, ενώ τα μεγάλα Ορθόπτερα ήταν ελάχιστα.

Οι μέσοι όροι των καταμετρήσεων Ορθοπτέρων/transect και το τυπικό σφάλμα αυτών παρουσιάζονται στο **Γράφημα 27**.



Γράφημα 27. Μέσος όρος και τυπικό σφάλμα καταμετρήσεων Ορθοπτέρων κατά την 1^η δειγματοληπτική φάση σε χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια.

Ο έλεγχος Kruskal-Wallis κατέδειξε στατιστικές σημαντικές διαφορές στις κατανομές των μεγεθών Ορθοπτέρων της 1^{ης} δειγματοληψίας στα χέρσα χωράφια ($H=15,58$, $p=0,0001995$), ενώ η σύγκριση ανά ζεύγη με τον έλεγχο Mann-Whitney (**Πίνακας 11**) κατέδειξε πως οι στατιστικές σημαντικές διαφορές αφορούν τη σύγκριση μικρών με μεγάλα Ορθόπτερα ($U=15$, $p=0,0001141$), καθώς και τη σύγκριση μεσαίων με μεγάλα Ορθόπτερα ($U=22$, $p=0,0003995$). Αντίθετα, οι καταμετρήσεις μικρών και μεσαίων Ορθοπτέρων δεν εμφανίζουν σημαντικές διαφορές στο επίπεδο σημαντικότητας $p<0,05$.



Γράφημα 28. Μέσος όρος και τυπικό σφάλμα καταμετρήσεων Ορθοπτέρων κατά την 2^η δειγματοληπτική φάση σε χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια.

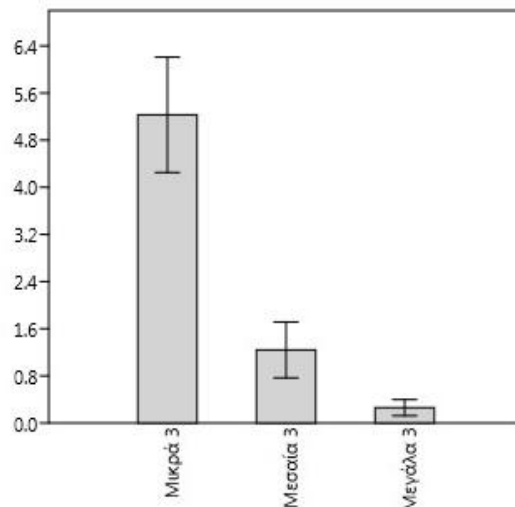
Τη 2^η δειγματοληπτική φάση, αυξήθηκε ο μέσος όρος καταμετρήσεων μεγάλων Ορθοπτέρων, ωστόσο και πάλι καταμετρήθηκαν κυρίως μικρά και μεσαία Ορθόπτερα (**Γράφημα 28**). Ο έλεγχος Kruskal-Wallis κατέδειξε στατιστικές σημαντικές διαφορές στις κατανομές των μεγεθών Ορθοπτέρων της 2^{ης} φάσης στα χέρσα χωράφια ($H=7,121$, $p=0,02726$).

Ο έλεγχος Mann-Whitney κατέδειξε στατιστικές σημαντικές διαφορές μόνο μεταξύ των καταμετρήσεων μεσαίων και μεγάλων Ορθοπτέρων της 2^{ης} δειγματοληψίας ($U=20,5$, $p=0,008916$), ενώ οι διαφορές μεταξύ μικρών και μεσαίων Ορθοπτέρων,

αλλά και μικρών και μεγάλων Ορθοπτέρων δεν ήταν σημαντικές για $p<0,05$ (Πίνακας 11).

Την 3^η δειγματοληπτική φάση οι καταμετρήσεις Ορθοπτέρων με line transects στα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια διέφερε, καθώς ο μέσος όρος καταμετρήσεων μικρών Ορθοπτέρων αυξήθηκε, ενώ οι καταμετρήσεις μεσαίων Ορθοπτέρων μειώθηκαν και οι καταμετρήσεις μεγάλων Ορθοπτέρων διατηρήθηκαν σε χαμηλά επίπεδα (Γράφημα 29).

Ο έλεγχος Kruskal-Wallis κατέδειξε στατιστικώς σημαντικές διαφορές στις κατανομές των μεγεθών Ορθοπτέρων της 3^{ης} φάσης στα χέρσα χωράφια ($H=14,63$, $p=0,0005703$). Επιπλέον, ο έλεγχος Mann-Whitney κατέδειξε στατιστικώς



σημαντικές διαφορές για $p<0,05$ μεταξύ των καταμετρήσεων όλων των μεγεθών Ορθοπτέρων κατά την 3η δειγματοληπτική φάση σε χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια.

Ορθοπτέρων, μικρών με μεσαία ($U=12,5$, $p=0,004894$), μικρών με μεγάλα ($U=7,5$, $p=0,001227$) και μεσαίων με μεγάλα ($U=23$, $p=0,04029$)(Πίνακας 11).

Πίνακας 11. Έλεγχος Mann-Whitney για τις καταμετρήσεις Ορθοπτέρων/transect στις τρεις δειγματοληπτικές φάσεις του πειράματος για τα τρία μεγέθη Ορθοπτέρων στα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια.

Μεγέθη Ορθοπτέρων	1η Δειγματοληψία		2η Δειγματοληψία		3η Δειγματοληψία	
	U	p	U	p	U	p
Μικρά-Μεσαία	78	ns	43,5	ns	12,5	0,004894
Μικρά-Μεγάλα	15	0,0001141	37	ns	7,5	0,001227
Μεσαία-Μεγάλα	22	0,0003995	20,5	0,008916	23	0,04029

Συγκρίνοντας τα Ορθόπερα κάθε κατηγορίας μεγέθους των χέρσων χωραφιών, με τα αντίστοιχα των υπόλοιπων δειγματοληπτικών φάσεων του πειράματος (Πίνακας 12), προέκυψαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεγάλων Ορθοπτέρων που καταμετρήθηκαν στην 1^η φάση με τα μεγάλα Ορθόπερα της 2^{ης} φάσης ($U=15$, $p=0,0002819$) και μεταξύ των μεγάλων Ορθοπτέρων της 1^{ης} φάσης και αυτών της 3^{ης} φάσης ($U=36$, $p=0,02187$). Ωστόσο, δεν εμφάνισαν διαφορές οι καταμετρήσεις μεγάλων Ορθοπτέρων 2^{ης} και 3^{ης} φάσης για $p<0,05$. Οι καταμετρήσεις μικρών Ορθοπτέρων δεν εμφάνισαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφορετικών δειγματοληπτικών φάσεων, ομοίως ούτε οι καταμετρήσεις μεσαίων Ορθοπτέρων.

Πίνακας 12. Έλεγχος Mann-Whitney μεταξύ των Ορθοπτέρων ίδιου μεγέθους στις διαφορετικές δειγματοληπτικές φάσεις του πειράματος, στα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια.

Δειγματοληψία	Μικρά		Μεσαία		Μεγάλα	
	U	p	U	p	U	p
1 ^η -2 ^η	71,5	ns	65	ns	15	0,0002819
1 ^η -3 ^η	44,5	ns	56	ns	36	0,02187
2 ^η -3 ^η	34,5	ns	37,5	ns	31	ns

Τέλος, έγινε εκτίμηση της πυκνότητας Ορθοπτέρων από τις καταμετρήσεις που προέκυψαν με τις γραμμικές διαδρομές, στις καλλιέργειες βαμβακιού και τα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια. Λόγω έλλειψης στοιχείων, δεν πραγματοποιήθηκε εκτίμηση πυκνότητας Ορθοπτέρων στα καλαμπόκια. Τα βαμβάκια εμφανίζουν μηδενικές πυκνότητες κατά τις δύο πρώτες δειγματοληψίες και μικρές πυκνότητες Ορθοπτέρων κατά την τρίτη δειγματοληψία (έως 32 Ορθόπτερα/στρέμμα), οπότε και τα φυτά ήταν αρκετά ανεπτυγμένα (Πίνακας 13). Αντίθετα, στα χέρσα/ακαλλιέργητα/αγροναπαύσεις καταμετρώνται Ορθόπτερα σε όλα σχεδόν τα δειγματοληπτικά χωράφια και στις τρεις δειγματοληπτικές φάσεις του πειράματος. Η πυκνότητα Ορθοπτέρων σε αυτά κυμαίνεται από 0 έως 174 Ορθόπτερα/στρέμμα.

Πίνακας 13. Εκτίμηση πυκνότητας Ορθοπτέρων, όπως προκύπτουν από καταμετρήσεις με line transects, σε καλλιέργειες βαμβακιού και χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια, στις τρεις δειγματοληψίες του πειράματος.

Δειγματοληψία Σταθμός Δειγματοληψίας	Βαμβάκι			Χέρσα		
	1η	2η	3η	1η	2η	3η
				(άτομα/m ²)		
1	0	0	0,028			
2	0	0	0,018	0,134	0,122	0,174
3	0	0	0,004			
4	0	0	0,008	0		
5		0	0,002			
6	0	0	0,022			
7			0			
8	0	0	0,004			
9		0	0,022	0,004	0,09	0,004
				0,092	0,17	0,088
10		0	0,002	0	0,006	0,048
11	0	0	0,018	0,048		
13	0	0	0,012	0,09	0,026	0,082
14	0	0	0,004			
15			0,004	0,01		

16	0	0	0,004	0,405	0,186	0,035
17		0	0,006	0,09	0,022	0,066
					0,052	
18	0	0,002	0,006			
19	0	0,002	0,032	0,006	0,02	0,028

4.3 Εμετικά σύμψηκτα (Pellets)

Κατά τους μήνες Απρίλη 2014 έως Σεπτέμβρη 2014, συλλέχθηκαν συνολικά 457 pellets Κιρκινεζιών (22 δείγματα), σε διαδοχικές ημερομηνίες δειγματοληψιών, ώστε να καλύπτεται κατά το δυνατόν όλο το χρονικό διάστημα παραμονής και αναπαραγωγής των πουλιών στην περιοχή έρευνας. Οι δειγματοληψίες διακρίθηκαν σε τρεις περιόδους, ώστε να αντανακλούν τις τροφικές προτιμήσεις των Κιρκινεζιών:

1. Πριν την αναπαραγωγή-κατά την περίοδο του σχηματισμού των ζευγαριών/Pair formation (7 δείγματα)
2. Στη διάρκεια της αναπαραγωγής-κατά την επώαση των αυγών και τη φροντίδα των νεοσσών/Breeding (11 δείγματα)
3. Μετά την αναπαραγωγή-μετά τη διάλυση των φωλιών και πριν τη φθινοπωρινή μετανάστευση/Post Breeding (4 δείγματα).

Η συλλογή των εμεσμάτων έγινε σε τρία χωριά της περιοχής έρευνας στο Θεσσαλικό κάμφο, όπου και συναντώνται μεγάλες αναπαραγωγικές αποικίες Κιρκινεζιών. Τα σημεία δειγματοληψίας περιλαμβάνουν δείγματα από θέσεις κουρνιάσματος, από φωλιές, καθώς και διάσπαρτα δείγματα από τους δρόμους των οικισμών, κάτω από θέσεις επόπτευσης των πουλιών, όπως στύλους και καλώδια της Δ.Ε.Η.

Πίνακας 14. Αριθμός εμεσμάτων (pellets) ανά δειγματοληψία και οικισμό στις τρεις χρονικές περιόδους.

		Αριθμός εμεσμάτων				
Περίοδος	Ημερομηνία	Αρμένιο	Βελεστίνο	Ριζόμυλος	Στεφανοβίκειο	Σύνολο
Προ-αναπαραγωγική (σχηματισμός ζευγαριών-ωτοκία)	2/4/2014			14		14
	16/4/2014			6		6
	18/4/2014			3		3
	29/4/2014			36	33	69
	1/5/2014				22	22
Αναπαραγωγική (επώαση αυγών- ανατροφή νεοσσών)	3/6/2014			74		74
	4/6/2014			35		35
	6/6/2014			6		6
	10/6/2014		1			1
	11/6/2014				10	10
	20/6/2014	48				48
	21/6/2014				74	74
Μετα- αναπαραγωγική (διάλυση φωλιών- προ μετανάστευσης)	7/7/2014			13	30	43
	15/9/2014			52		52
Γενικό άθροισμα		48	1	239	169	457

Στον **Πίνακα 14** παρουσιάζεται ο αριθμός εμεσμάτων ανά δειγματοληψία και οικισμό. Οι 22 δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν κατανέμονται σε 14 ημερομηνίες, ενώ συλλέχθηκαν 48 pellets στο Αρμένιο, 239 στον Ριζόμυλο και 169 στο Στεφανοβίκειο. Ακόμα, συλλέχθηκε ένα pellet στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο. Κατά την περίοδο πριν την αναπαραγωγή συλλέχθηκαν 114 pellets, στη διάρκεια της αναπαραγωγής συλλέχθηκαν 248 pellets, ενώ κατά την περίοδο μετά την αναπαραγωγή συλλέχθηκαν 95 pellets. Στους οικισμούς Ριζόμυλος και Στεφανοβίκειο υπάρχουν δείγματα και από τις τρεις περιόδους, ενώ από τον οικισμό Αρμένιο συλλέχθηκαν pellets μόνο στην περίοδο της αναπαραγωγής.

Κατά την ανάλυση των εμεσμάτων στο εργαστήριο, εντοπίστηκαν συνολικά 2116 άτομα λείας σε αυτά, τα οποία ταξινομήθηκαν συστηματικά σε επίπεδο Οικογένειας ή άλλου taxon. Ο γενικός μέσος όρος ατόμων λείας ήταν 4,6 άτομα λείας/pellet, ενώ ο μέγιστος αριθμός ατόμων λείας που εντοπίστηκε σε ένα pellet ήταν 27 άτομα λείας και ο ελάχιστος 1 άτομο λείας.

Πίνακας 15. Αριθμός εμεσμάτων και άτομα λείας στις τρεις χρονικές περιόδους.

Περίοδος	Αριθμός pellets	Άτομα λείας	Μ.Ο. Ατόμων λείας/pellet
Προ-αναπαραγωγική	114	555	4,87
Αναπαραγωγική	248	1127	4,54
Μετα-αναπαραγωγική	95	434	4,57
Γενικό άθροισμα	457	2116	

Τα άτομα λείας που περιέχονταν στα εμέσματα που συλλέχθηκαν ταξινομήθηκαν σε 32 taxa, τα οποία αφορούσαν κυρίως Αρθρόποδα, ενώ αναγνωρίστηκαν επιπλέον κάποια Θηλαστικά, ένα μικρό Πτηνό και δύο Γαστερόποδα. Από τα Αρθρόποδα, εντοπίστηκαν 8 τάξεις Εντόμων και συγκεκριμένα: 4 οικογένειες Ορθοπτέρων, 12 οικογένειες Κολεοπτέρων καθώς και κάποια μη αναγνωρίσιμα άτομα, 1 οικογένεια Υμενοπτέρων, 2 οικογένειες Δερμαπτέρων, 1 οικογένεια Ημιπτέρων, καθώς και μεμονωμένα άτομα Νευροπτέρων, Διπτέρων και Λεπιδοπτέρων. Τα υπόλοιπα άτομα Αρθροπόδων που εντοπίστηκαν ανήκουν σε οικογένεια της κλάσης Χειλόποδα.

Τα taxa που προσδιορίστηκαν από την μελέτη των εμεσμάτων παρουσιάζονται αναλυτικά στον **Πίνακα 16**, όπου συνοψίζεται επίσης η εμφάνιση ή μη του κάθε taxon στα τρία διαστήματα της αναπαραγωγικής περιόδου του Κιρκινεζιού.

Πίνακας 16. Τα taxa που προσδιορίστηκαν από την ανάλυση των εμεσμάτων.

	Σχηματισμός ζευγαριών- ωοτοκία	Αναπαραγωγή-επώαση αυγών- ανατροφή νεοσσών	Διάλυση φωλιών-προ μετανάστευση
Arthropoda			
Insecta			
Orthoptera			
Acrididae	✓	✓	✓
Tettigoniidae	✓	✓	✓
Gryllidae	✓	✓	
Gryllotalpidae			
Gryllotalpa spp.	✓	✓	✓
Coleoptera			
Carabidae	✓	✓	✓
Scarabaeidae	✓	✓	✓
Geotrupidae	✓	✓	
Silphidae	✓	✓	✓
Staphylinidae	✓	✓	✓
Buprestidae	✓	✓	✓
Elateridae	✓	✓	✓
Tenebrionidae			✓
Cerambycidae	✓		✓
Curculionidae		✓	✓
Meloidae	✓		
Dytiscidae	✓		
Unidentified Coleoptera	✓	✓	✓
Hymenoptera			
Formicidae	✓	✓	✓
Dermaptera			
Forficulidae	✓	✓	
Lambeduridae	✓	✓	✓
Hemiptera			
Cicadidae			✓
Neuroptera	✓		
Diptera	✓		
Lepidoptera		✓	✓
Chilopoda			
Scolopendromorpha			
Scolopendridae			
Scolopendra spp.	✓	✓	✓
Chordata			
Mammalia			
Rodentia			
Cricetidae			
Microtus spp.	✓		✓
Muridae			
Mus spp.	✓	✓	
Unidentified Rodentia	✓	✓	✓
Aves			

Passeriformes	
Passeridae	
<i>Passer sp.</i>	✓
Mollusca	
Gastropoda	✓

Παρακάτω παρουσιάζονται τα συνολικά άτομα λείας που αναγνωρίστηκαν κατά την ανάλυση των εμεσμάτων για κάθε taxon (Γράφημα 30). Τα περισσότερα άτομα λείας που εντοπίστηκαν στα εμέσματα ανήκουν στην οικογένεια Tettigoniidae (846 άτομα), σχεδόν τα διπλάσια από την οικογένεια Carabidae που ακολουθεί (433 άτομα). Ακολουθούν με τη σειρά τα Formicidae (227 άτομα), τα Acrididae (186 άτομα) και τα Scarabaeidae (140 άτομα). Λιγότερο σημαντικούς αριθμούς παρουσιάζουν τα Forficulidae (43 άτομα), το γένος *Scolopendra spp.* (32 άτομα), τα μη αναγνωρισμένα Coleoptera (31 άτομα), τα Silphidae (25 άτομα), οι νύμφες Cicadidae (22 άτομα) και το γένος *Gryllotalpa spp.* (20 άτομα). Τέλος, taxa που εκπροσωπούνται λιγότερο, με μόνο μία εμφάνιση είναι τα: Tenebrionidae, Meloidae, Dytiscidae καθώς και το γένος *Passer sp.*



Γράφημα 30. Συνολικός αριθμός ατόμων λείας για τα taxa που προσδιορίστηκαν κατά την ανάλυση εμεσμάτων.

Στο επόμενο Γράφημα, εμφανίζεται ο αριθμός ατόμων στα pellets για κάθε taxon, ως επί τοις εκατό ποσοστό, για τα τρία διαστήματα της αναπαραγωγικής περιόδου του Κιρκινεζιού (Γράφημα 31). Παρατηρούνται αξιοσημείωτες διαφοροποιήσεις στα διαστήματα εμφάνισης του κάθε taxon. Από τα Ορθόπτερα, τα Tettigoniidae εμφανίζονται σε μεγάλο ποσοστό κατά την κύρια φάση της αναπαραγωγής (Ιούνιος), λιγότερο μετά την αναπαραγωγή

(Ιούλιος-Σεπτέμβριος), ενώ λείπουν κατά το διάστημα σχηματισμού ζευγαριών και ωοτοκίας (Απρίλιος-Μάιος). Τα Acrididae κατανέμονται και στα τρία διαστήματα, ενώ τα Gryllidae εμφανίζονται κυρίως κατά την αναπαραγωγή και λιγότερο πριν από αυτή. Τα *Gryllotalpa* spp. εντοπίζονται ως λεία και στα τρία διαστήματα, αλλά περισσότερο κατά την αναπαραγωγή.

Από τα Κολεόπτερα, τα Carabidae και τα Scarabaeidae εμφανίζονται και στα τρία διαστήματα, με πιο αυξημένο το ποσοστό των πρώτων κατά την αναπαραγωγή και των δεύτερων πριν από αυτή. Ωστόσο, κάποια άτομα προνυμφών Scarabaeidae που βρέθηκαν, περιορίζονται στα διαστήματα μέχρι και την αναπαραγωγή. Τα Geotrupidae και τα Silphidae σχεδόν λείπουν μετά την αναπαραγωγή, ενώ τα Staphylinidae εμφανίζονται και τις τρεις περιόδους και κυρίως κατά την αναπαραγωγή. Τα Buprestidae εμφανίζονται κυρίως νωρίς στην περίοδο και ελάχιστα μετά τον Ιούλιο, ενώ τα Elateridae μοιράζονται και στα τρία διαστήματα. Το μοναδικό Tenebrionidae βρέθηκε μετά την αναπαραγωγή, ενώ τα μοναδικά Meloidae και Dytiscidae βρέθηκαν πριν από αυτή. Τέλος, Cerambycidae βρέθηκαν πριν και μετά την αναπαραγωγή, ενώ Curculionidae κυρίως κατά την κύρια φάση της. Και στα τρία διαστήματα υπάρχουν κάποια άτομα Κολεοπτέρων που δεν ήταν δυνατό να ταυτοποιηθούν.

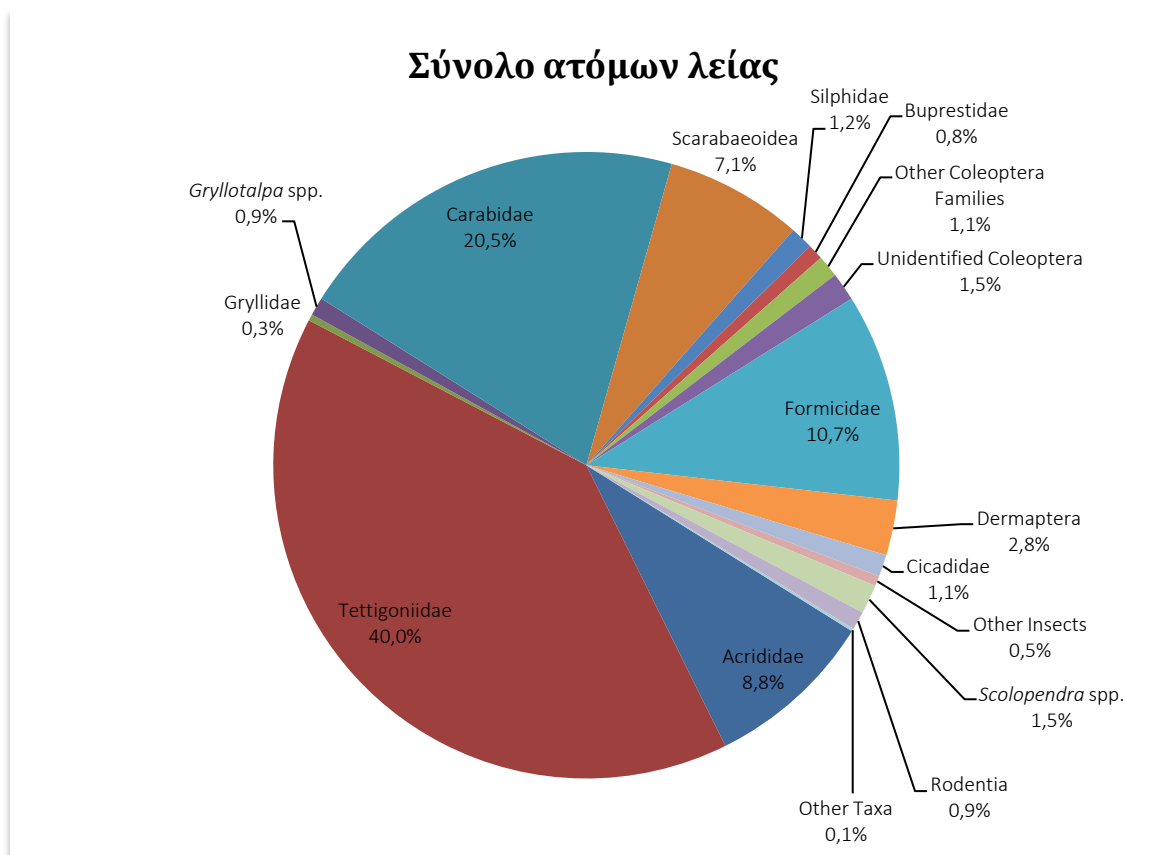
Όσον αφορά τα υπόλοιπα taxa, αξίζει να σημειωθεί η παρουσία Formicidae, Forficulidae και *Scolopendra* spp. κυρίως στο διάστημα του σχηματισμού ζευγαριών, πριν την αναπαραγωγή. Αντίθετα, τα Cicadidae (ενήλικα και προνύμφες) εμφανίζονται μόνο μετά τον Ιούλιο. Πριν την αναπαραγωγή εμφανίζονται κάποια Νευρόπτερα, Δίπτερα, καθώς και Γαστερόποδα, ενώ Λεπιδόπτετρα βρέθηκαν σε δείγματα κατά και μετά την αναπαραγωγή.

Το μοναδικό Στρουθιόμορφο (*Passer* sp.) βρέθηκε στο διάστημα αναπαραγωγής, ενώ μη αναγνωρίσιμα Τρωκτικά βρέθηκαν και στα τρία διαστήματα. Όσα προσδιορίστηκαν ανήκουν στα γένη *Mus* spp. και *Microtus* spp. και εμφανίζονται πριν και κατά την αναπαραγωγή το πρώτο, πριν και μετά την αναπαραγωγή το δεύτερο.



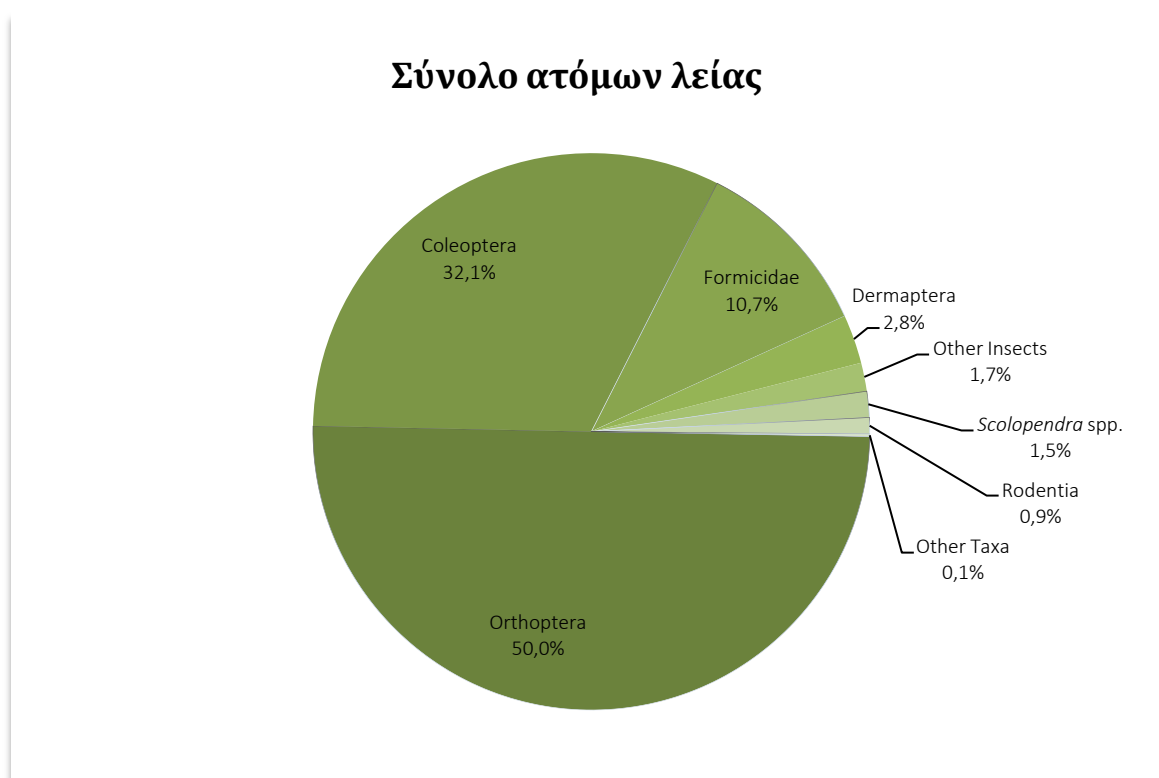
Γράφημα 31. Ποσοστό % αριθμού ατόμων στα εμέσματα για κάθε ταχον και περίοδο.

Συγκεντρώνοντας τα συνολικά άτομα λείας που βρέθηκαν στα εμέσματα (Γράφημα 32), παρατηρούμε ότι τα Tettigoniidae καταλαμβάνουν το 40% των ατόμων λείας, ακολουθούμενα από τα Carabidae που καταλαμβάνουν το 20,5%. Μεγάλος αριθμός ατόμων λείας ανήκει επίσης στα Formicidae (10,7%), τα Acrididae (8,8%) και την υπερικογένεια Scarabaeioidea (7,1%).

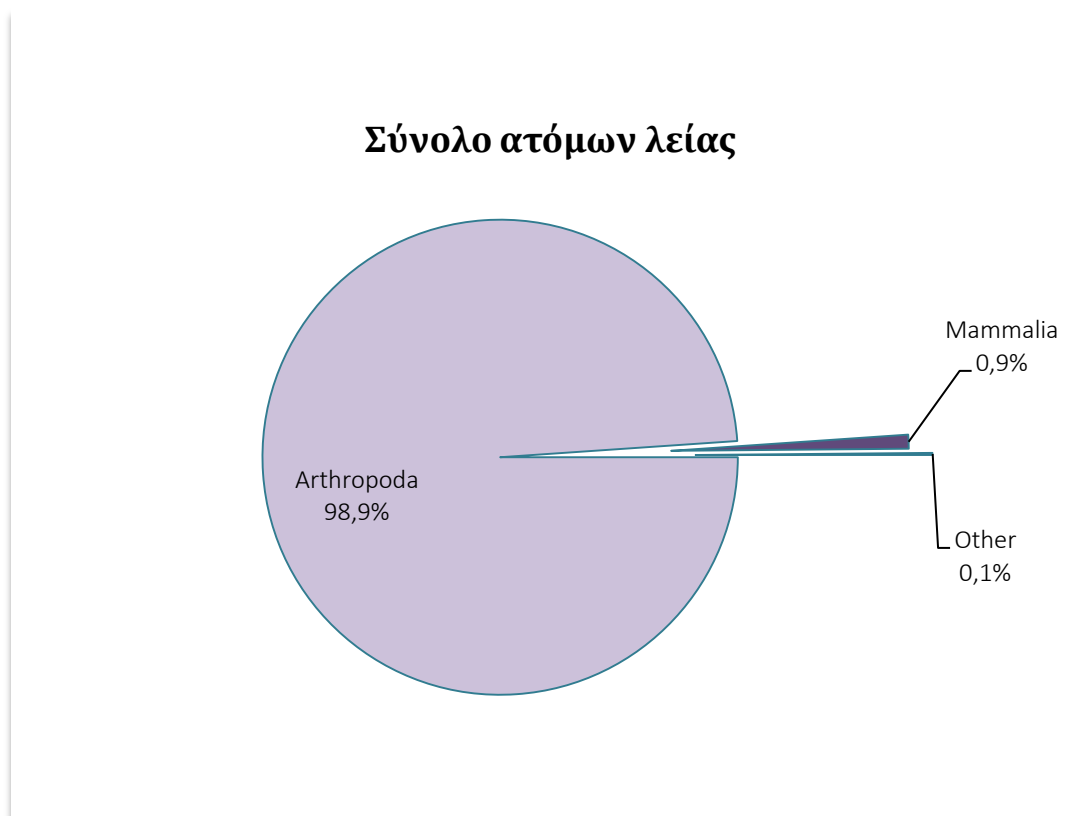


Γράφημα 32. Ποσοστό % συνολικού αριθμού ατόμων λείας για τα taxa που βρέθηκαν στα εμέσματα.

Συμπτύσσοντας περαιτέρω τις κατηγορίες λείας, το 50% του συνολικού αριθμού ατόμων λείας (2116 άτομα), ανήκει στα Ορθόπτερα (1059 άτομα), το 32,1% αντιπροσωπεύει Κολεόπτερα (680 άτομα), τα Formicidae όπως αναφέρθηκε αντιπροσωπεύουν το 10,7% (227 άτομα), ενώ μικρότερα ποσοστά καταλαμβάνουν τα Δερμάπτερα (2,8%, 60 άτομα), τα υπόλοιπα Έντομα μαζί (1,7%, 35 άτομα), το γένος *Scolopendra* spp.(1,5%, 32 άτομα), τα Τρωκτικά (0,9%, 20 άτομα) και τα υπόλοιπα taxa (0,1%, 3 άτομα)(Γράφημα 33). Τελικά, από το σύνολο των ατόμων που εμφανίστηκαν να αποτελούν λεία του Κιρκινεζιού, το 98,9% είναι Αρθρόποδα (2093 άτομα), ενώ μόλις το 0,9% είναι Θηλαστικά και το 0,1% άλλες κατηγορίες λείας (Γράφημα 34).

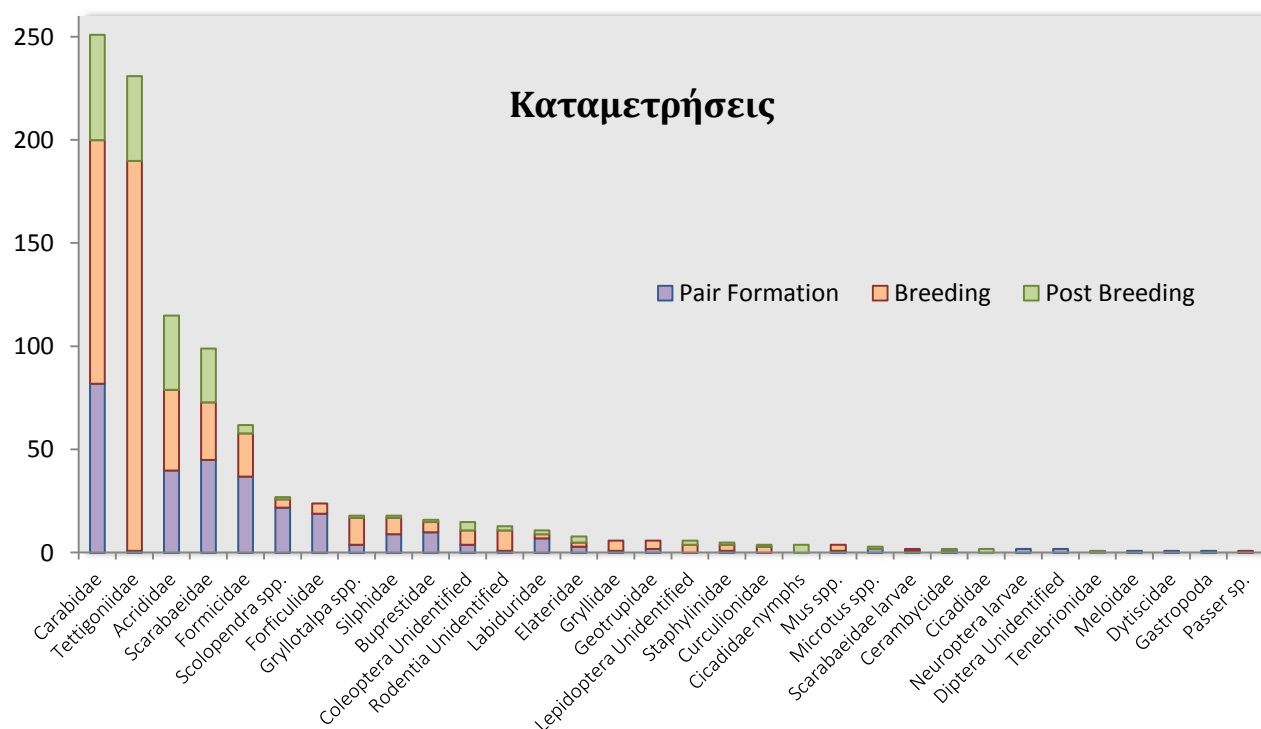


Γράφημα 33. Ποσοστό % συνολικού αριθμού ατόμων λείας που βρέθηκαν στα εμέσματα σε ευρύτερες ταξινομικές κατηγορίες.



Γράφημα 34. Ποσοστό Αρθροπόδων στον συνολικό αριθμό ατόμων λείας που βρέθηκαν στα εμέσματα.

Εξετάζοντας το πλήθος των εμφανίσεων για κάθε taxon, η εικόνα είναι ελαφρώς διαφορετική. Στο **Γράφημα 35**, συνοψίζονται οι συνολικές καταμετρήσεις (counts), με άλλα λόγια σε πόσα pellets εμφανίζεται το κάθε taxon στα τρία διαστήματα δειγματοληψιών. Τις περισσότερες καταμετρήσεις έχουν τα Carabidae, τα οποία εμφανίζονται σε 251 pellets συνολικά στις τρεις περιόδους. Ακολουθούν τα Tettigoniidae με 231 συνολικές καταμετρήσεις, τα Acrididae με 115 συνολικές καταμετρήσεις, τα Scarabaeidae και τα Formicidae με 99 και 62 καταμετρήσεις αντίστοιχα. Τα υπόλοιπα taxa έχουν αρκετά λιγότερες εμφανίσεις στα pellets, ενώ κάποια εμφανίζονται μόλις σε ένα pellet. Το taxon με τις περισσότερες καταμετρήσεις σε μία και μόνη περίοδο είναι τα Tettigoniidae, τα οποία κατά την κύρια φάση της αναπαραγωγής και εκτροφής νεοσσών του Κιρκινεζιού καταμετρώνται στα 189 από τα 248 pellets (ποσοστό 76,2%). Τα Carabidae εμφανίζονται στο 54,9% των συνολικών pellets (251 στα 457), ενώ τα Tettigoniidae εμφανίζονται στο 50,5% των συνολικών pellets (231 στα 457).



Γράφημα 35. Καταμετρήσεις για κάθε taxon και περίοδο.

Στον Πίνακα 17, συγκεντρώνονται οι συχνότητες εμφάνισης των κυριότερων κατηγοριών λείας του Κιρκινεζιού στα τρία διαστήματα της αναπαραγωγικής περιόδου, καθώς και συνολικά, ως ποσοστά pellets που περιέχουν την κάθε κατηγορία. Κατά την προ-αναπαραγωγική φάση, συχνότερα εμφανίζονται τα Κολεόπτερα, στο 91,2% των pellets της περιόδου. Κατά την κύρια φάση της αναπαραγωγής, εμφανίζονται συχνότερα τα Ορθόπτερα στα pellets και ακολουθούν τα Κολεόπτερα, ενώ στο διάστημα μετά την αναπαραγωγή, οι δύο αυτές κατηγορίες λείας εμφανίζονται με παρόμοια συχνότητα. Συνολικά, τα Ορθόπτερα και τα Κολεόπτερα συγκεντρώνουν τα μεγαλύτερα ποσοστά εμφάνισης στα pellets του Κιρκινεζιού, ακολουθούμενα από την Οικογένεια Formicidae, η οποία εμφανίζεται κυρίως στο διάστημα πριν την αναπαραγωγή, ενώ οι υπόλοιπες κατηγορίες λείας του Κιρκινεζιού, παρουσιάζουν σημαντικά μικρότερες συχνότητες εμφάνισης.

Πίνακας 17. Ποσοστά εμεσμάτων που περιέχουν τις 7 κύριες κατηγορίες λείας, στα τρία διαστήματα της αναπαραγωγικής περιόδου του Κιρκινεζιού.

	ΠΡΟ- ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ	ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ	ΜΕΤΑ- ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ	ΣΥΝΟΛΟ %	ΑΡΙΘΜΟΣ PELLETS
Αριθμός pellets	114	248	95		457
Orthoptera %	37,7	85,9	73,7	71,3	326
Coleoptera %	91,2	63,7	72,6	72,4	331
Formicidae %	32,5	8,5	4,2	13,6	62
Dermaptera %	17,5	2,8	2,1	6,3	29
Other Insects %	3,5	1,6	8,4	3,5	16
Scolopendra ssp. %	19,3	1,6	1,1	5,9	27
Rodentia %	3,5	5,2	3,2	4,4	20

Αναλυτικά οι συχνότητες εμφάνισης για κάθε taxon που εντοπίστηκε στα εμέσματα παρουσιάζονται παρακάτω (Πίνακας 18).

Πίνακας 18. Συχνότητα εμφάνισης (καταμετρήσεις) για κάθε taxon που εντοπίστηκε στα εμέσματα του Κιρκινεζιού.

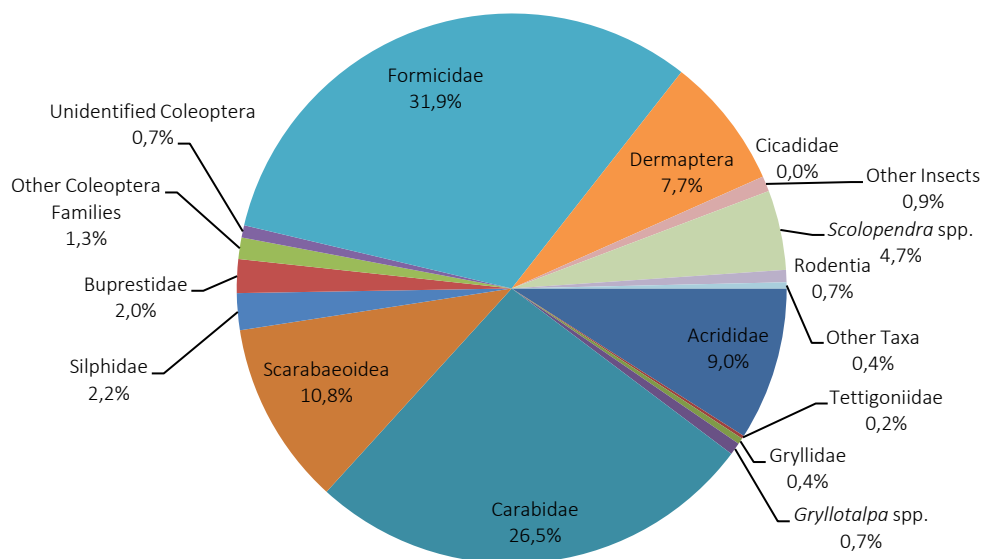
	ΣΥΝΟΛΟ ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	% ΣΤΑ ΣΥΝΟΛΙΚΑ PELLETS	ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΠΡΟ-ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ	% ΣΤΑ PELLETS ΤΗΣ ΠΡΟ-ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ	% ΣΤΙΣ ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΤΑΧΟΝ	ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ	% ΣΤΑ PELLETS ΤΗΣ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ	% ΣΤΙΣ ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΤΑΧΟΝ	ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΕΤΑ-ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ	% ΣΤΑ PELLETS ΤΗΣ ΜΕΤΑ-ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ	% ΣΤΙΣ ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΤΑΧΟΝ
Acrididae	115	25,2	40	35,1	34,8	39	15,7	33,9	36	37,9	31,3
Tettigoniidae	231	50,5	1	0,9	0,4	189	76,2	81,8	41	43,2	17,7
Gryllidae	6	1,3	1	0,9	16,7	5	2,0	83,3	0	0,0	0,0
Gryllotalpa spp.	18	3,9	4	3,5	22,2	13	5,2	72,2	1	1,1	5,6
Carabidae	251	54,9	82	71,9	32,7	118	47,6	47,0	51	53,7	20,3
Scarabaeidae	99	21,7	45	39,5	45,5	28	11,3	28,3	26	27,4	26,3
Scarabaeidae larvae	2	0,4	1	0,9	50,0	1	0,4	50,0	0	0,0	0,0
Geotrupidae	6	1,3	2	1,8	33,3	4	1,6	66,7	0	0,0	0,0
Silphidae	18	3,9	9	7,9	50,0	8	3,2	44,4	1	1,1	5,6
Staphylinidae	5	1,1	1	0,9	20,0	3	1,2	60,0	1	1,1	20,0
Buprestidae	16	3,5	10	8,8	62,5	5	2,0	31,3	1	1,1	6,3
Elateridae	8	1,8	3	2,6	37,5	2	0,8	25,0	3	3,2	37,5
Tenebrionidae	1	0,2	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	1	1,1	100,0

Cerambycidae	2	0,4	1	0,9	50,0	0	0,0	0,0	1	1,1	50,0
Curculionidae	4	0,9	0	0,0	0,0	3	1,2	75,0	1	1,1	25,0
Meloidae	1	0,2	1	0,9	100,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
Dytiscidae	1	0,2	1	0,9	100,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
Coleoptera Unidentified	15	3,3	4	3,5	26,7	7	2,8	46,7	4	4,2	26,7
Formicidae	62	13,6	37	32,5	59,7	21	8,5	33,9	4	4,2	6,5
Forficulidae	24	5,3	19	16,7	79,2	5	2,0	20,8	0	0,0	0,0
Labiduridae	11	2,4	7	6,1	63,6	2	0,8	18,2	2	2,1	18,2
Cicadidae	2	0,4	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	2	2,1	100,0
Cicadidae nymphs	4	0,9	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0	4	4,2	100,0
Neuroptera larvae	2	0,4	2	1,8	100,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
Diptera Unidentified	2	0,4	2	1,8	100,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
Lepidoptera Unidentified	6	1,3	0	0,0	0,0	4	1,6	66,7	2	2,1	33,3
<i>Scolopendra</i> spp.	27	5,9	22	19,3	81,5	4	1,6	14,8	1	1,1	3,7
Gastropoda	1	0,2	1	0,9	100,0	0	0,0	0,0	0	0,0	0,0
<i>Passer</i> sp.	1	0,2	0	0,0	0,0	1	0,4	100,0	0	0,0	0,0
<i>Mus</i> spp.	4	0,9	1	0,9	25,0	3	1,2	75,0	0	0,0	0,0
<i>Microtus</i> spp.	3	0,7	2	1,8	66,7	0	0,0	0,0	1	1,1	33,3
Rodentia Unidentified	13	2,8	1	0,9	7,7	10	4,0	76,9	2	2,1	15,4

4.3.1 Προ-αναπαραγωγική περίοδος/Pair formation (σχηματισμός ζευγαριών-ωοτοκία)

Το διάστημα σχηματισμού ζευγαριών-ωοτοκίας του Κιρκινεζιού (Απρίλιος-Μάιος 2014), συλλέχθηκαν 114 pellets σε 7 δείγματα. Τα συνολικά άτομα λείας που βρέθηκαν στα pellets ήταν 555, με μέσο όρο 4,87 άτομα λείας ανά pellet. Στην περίοδο αυτή (Γράφημα 36), μεγάλο ποσοστό ατόμων λείας του Κιρκινεζιού ανήκει στα Formicidae (31,9%, 177 άτομα), ενώ ακολουθούν τα Carabidae (26,5%, 147 άτομα). Αναγνωρίστηκε επίσης σημαντικός αριθμός ατόμων της υπερικογένειας Scarabaeoidea (10,8%, 57 άτομα Scarabaeidae, 1 προνύμφη Scarabaeidae, 2 Geotrupidae), ακολουθούμενη από την οικογένεια Acrididae (9%, 50 άτομα) και τα Δερμάπτερα (7,7%, 36 άτομα Forficulidae, 7 άτομα Labiduridae). Τα 26 άτομα *Scolopendra* spp. που βρέθηκαν αποτελούν το 4,7% του συνόλου, ενώ τα υπόλοιπα taxa βρέθηκαν σε μικρότερα ποσοστά. Την περίοδο αυτή, αξιοσημείωτη είναι η έλλειψη ατόμων Tettigoniidae, καθώς εντοπίστηκε μόλις ένα άτομο στο σύνολο των δειγμάτων.

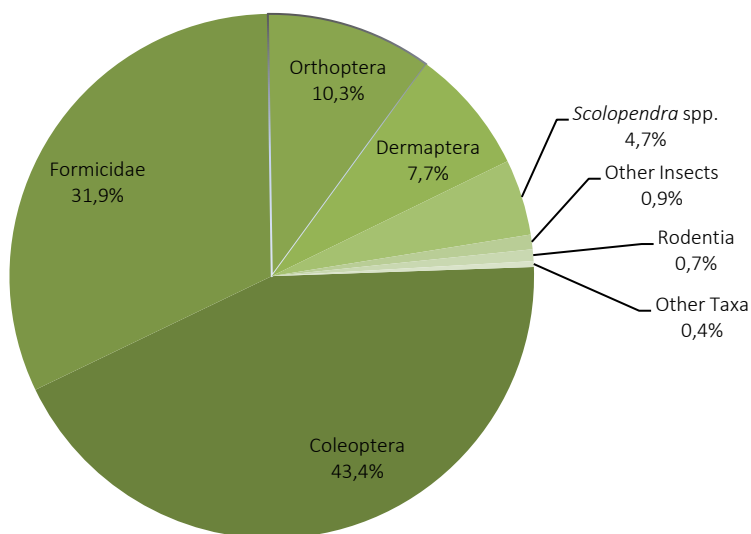
Σύνολο ατόμων λείας προ-αναπαραγωγικής περιόδου



Γράφημα 36. Ποσοστό % συνολικού αριθμού ατόμων λείας την περίοδο σχηματισμού ζευγαριών-ωοτοκίας.

Στο Γράφημα 37, συγκεντρώνονται τα άτομα λείας της περιόδου σχηματισμού ζευγαριών σε ευρύτερες ταξινομικές κατηγορίες. Τα συνολικά Κολεόπτερα αντιπροσωπεύουν το 43,4% των ατόμων λείας (241 άτομα), ακολουθούμενα από τα Formicidae, ενώ όλα τα Ορθόπτερα αντιστοιχούν μόνο σε ποσοστό 10,3% του συνολικού αριθμού ατόμων λείας της περιόδου (57 άτομα Ορθοπτέρων σε σύνολο 555 ατόμων). Ακολουθούν Δερμάπτερα και *Scolopendra spp.*, ενώ μικρά ποσοστά αντιπροσωπεύουν τα υπόλοιπα Έντομα (0,9%), τα Τρωκτικά (0,7%) και τα υπόλοιπα taxa (0,4%).

Σύνολο ατόμων λείας προ-αναπαραγωγικής περιόδου

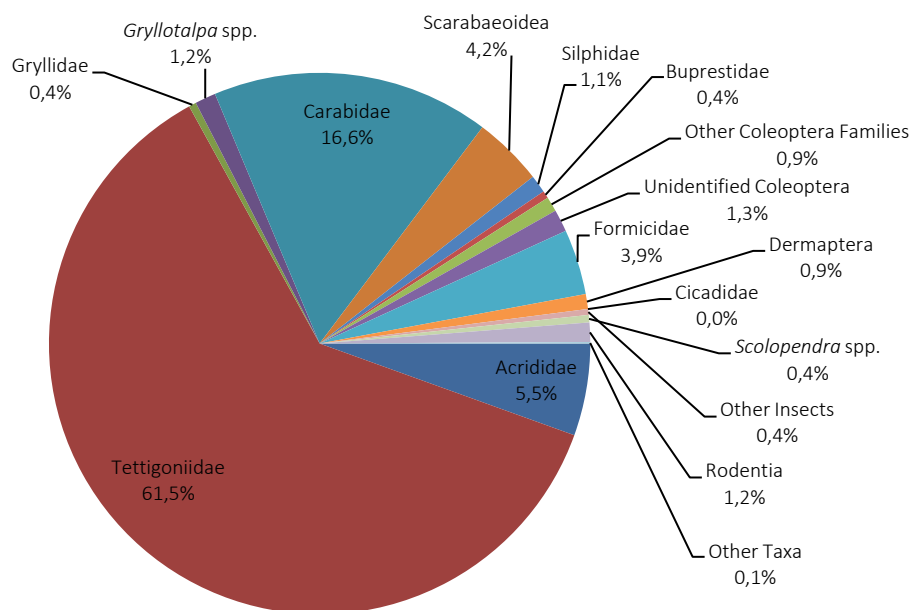


Γράφημα 37. Ποσοστό % συνολικού αριθμού ατόμων λείας την περίοδο σχηματισμού ζευγαριών-ωοτοκίας (ευρύτερες ταξινομικές κατηγορίες).

4.3.2 Αναπαραγωγική περίοδος/Breeding (επώαση αυγών-ανατροφή νεοσσών)

Κατά την κύρια φάση της αναπαραγωγής του Κιρκινεζιού (Ιούνιος 2014), συλλέχθηκαν 248 pellets σε 11 δείγματα. Τα συνολικά άτομα λείας που βρέθηκαν στα pellets ήταν 1127, με μέσο όρο 4,54 άτομα λείας ανά pellet. Στην περίοδο αυτή (Γράφημα 38), κυριαρχούν ως διατροφική επιλογή για το Κιρκινέζι τα Tettigoniidae, με ποσοστό 61,5% επί του συνόλου των ατόμων λείας που βρέθηκαν στα pellets (693 στα 1127 συνολικά άτομα λείας). Σημαντικό ποσοστό καταλαμβάνουν επίσης τα Carabidae (16,6%, 187 άτομα), ενώ ακολουθούν τα Acrididae (5,5%, 62 άτομα), η υπερικογένεια Scarabaeoidea (4,2%, 47 άτομα) και τα Formicidae (3,9%, 44 άτομα). Οι υπόλοιπες ταξινομικές κατηγορίες εντοπίστηκαν σε μικρότερους αριθμούς.

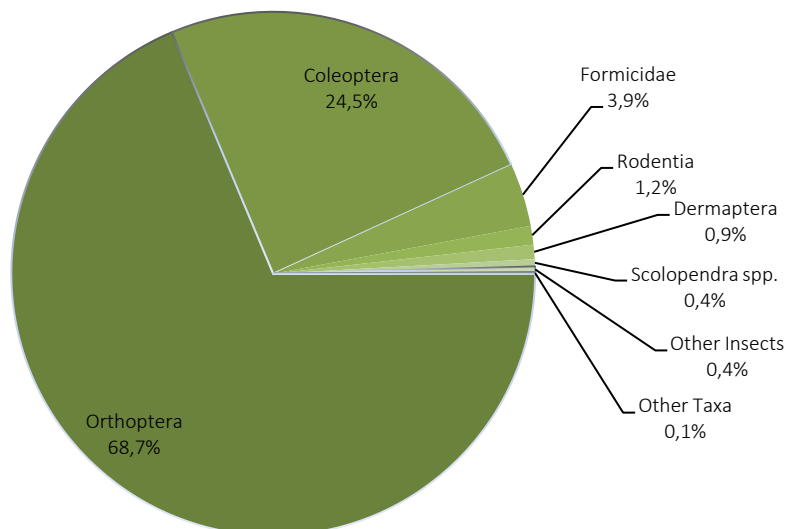
Σύνολο ατόμων λείας αναπαραγωγικής περιόδου



Γράφημα 38. Ποσοστό % συνολικού αριθμού ατόμων λείας την περίοδο αναπαραγωγής-επώασης αυγών-ανατροφής νεοσσών.

Στο συγκεντρωτικό Γράφημα 39, γίνεται φανερή η κυριαρχία των Ορθοπτέρων στα pellets του Κιρκινεζιού κατά την κύρια φάση της αναπαραγωγικής περιόδου, 68,7% των συνολικών ατόμων λείας είναι Ορθόπτερα (774 άτομα). Ακολουθούν τα Κολεόπτερα (276 άτομα) που καταλαμβάνουν το 24,5% των συνολικών ατόμων λείας και με μικρότερο ποσοστό τα Formicidae (3,9%). Τα τρωκτικά αποτελούν το 1,2% των ατόμων λείας, τα Δερμάπτερα το 0,9%, οι *Scolopendra* spp. και τα υπόλοιπα Έντομα μοιράζονται από 0,4% και τα υπόλοιπα taxa καταλαμβάνουν το 0,1% των ατόμων λείας της περιόδου.

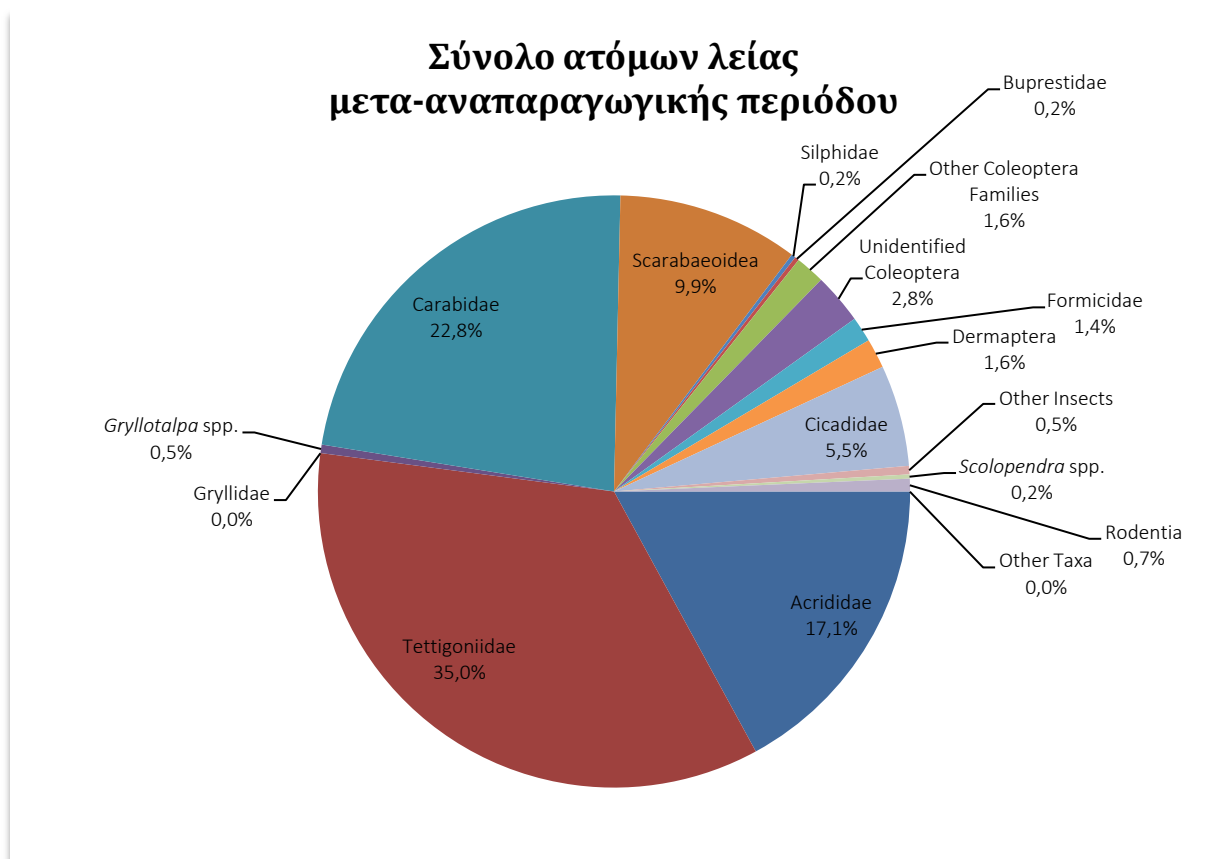
Σύνολο ατόμων λείας αναπαραγωγικής περιόδου



Γράφημα 39. Ποσοστό % συνολικού αριθμού ατόμων λείας την περίοδο αναπαραγωγής-επώασης αυγών-ανατροφής νεοσσών (ευρύτερες ταξινομικές κατηγορίες).

4.3.3 Μετα-αναπαραγωγική περίοδος/Post Breeding (εγκατάλειψη φωλιών-προ μετανάστευσης)

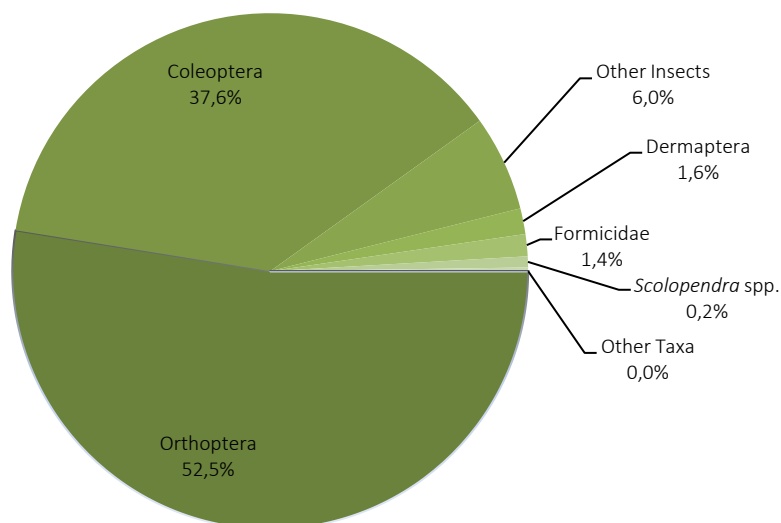
Στο διάστημα μετά την αναπαραγωγή, κατά την εγκατάλειψη των φωλιών και πριν τη μετανάστευση του Κιρκινεζιού (Ιούλιος-Σεπτέμβριος 2014), συλλέχθηκαν 95 pellets σε 4 δείγματα. Τα συνολικά άτομα λείας που βρέθηκαν στα pellets ήταν 434, με μέσο όρο 4,57 άτομα λείας ανά pellet. Τα ποσοστά ατόμων λείας της περιόδου είναι πιο ισοκατανεμημένα (Γράφημα 40), με περισσότερα τα Tettigoniidae (35%, 152 άτομα), ακολουθούμενα από τα Carabidae (22,8%, 99 άτομα), τα Acrididae (17,1%, 74 άτομα) και την υπεριοικγένεια Scarabaeoidea (9,9%, 43 άτομα). Την εποχή αυτή εμφανίζεται για πρώτη φορά η οικογένεια Cicadidae σε ποσοστό 5,5% του συνολικού αριθμού ατόμων λείας (24 άτομα σε σύνολο 434 ατόμων). Οι υπόλοιπες ταξινομικές κατηγορίες εντοπίστηκαν σε μικρότερους αριθμούς.



Γράφημα 40. Ποσοστό % συνολικού αριθμού ατόμων λείας την περίοδο διάλυσης φωλιών-προ μετανάστευσης.

Στο **Γράφημα 41**, φαίνονται τα ποσοστά των ατόμων λείας σε ευρύτερες ταξινομικές κατηγορίες. Τα Ορθόπτερα καταλαμβάνουν και εδώ το μεγαλύτερο ποσοστό ατόμων λείας (52,5%, 228 άτομα. Ακολουθούν τα συνολικά Κολεόπτερα (37,6%, 163 άτομα) και τα υπόλοιπα Έντομα (6%, 26 άτομα). Πολύ μικρά ποσοστά καταλαμβάνουν τα Δερμάπτερα (1,6%, 7 άτομα), τα Formicidae (1,4%, 6 άτομα) και οι *Scolopendra* spp. (0,2%, 1 άτομο). Τέλος, την περίοδο αυτή δεν εντοπίζονται άλλα taxa.

Σύνολο ατόμων λείας μετα-αναπαραγωγικής περιόδου



Γράφημα 41. Ποσοστό % συνολικού αριθμού ατόμων λείας την περίοδο διάλυσης φωλιών-προ μετανάστευσης (ευρύτερες ταξινομικές κατηγορίες).

4.3.4 Στατιστική επεξεργασία αποτελεσμάτων ανάλυσης εμεσμάτων

Πραγματοποιήθηκε ο έλεγχος χ^2 για την ανεξαρτησία, μεταξύ των τριών διαστημάτων της αναπαραγωγικής περιόδου του Κιρκινεζιού και των συχνοτήτων των τεσσάρων σημαντικότερων κατηγοριών λείας που εντοπίστηκαν στα pellets. Το αποτέλεσμα της δοκιμασίας οδηγεί στην απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης, πως οι μεταβλητές 'φάση αναπαραγωγικής περιόδου' και 'κατηγορία λείας' είναι ανεξάρτητες ($\chi^2 = 95,04$ με d.f.=6 και $p < 0,0001$). Συνεπώς, οι φάσεις της αναπαραγωγικής περιόδου επιδρούν στη λεία του Κιρκινεζιού. Ο Πίνακας 19, παρουσιάζει τα αποτελέσματα του ελέγχου, ενώ για κάθε ζεύγος μεταβλητών φαίνεται η συνεισφορά του επιμέρους χ^2 του ζεύγους στο συνολικό στατιστικό και το τυποποιημένο υπόλοιπό του (Standardized Residual). Τα πολύ υψηλά, κατ' απόλυτη τιμή, τυποποιημένα υπόλοιπα 'ευθύνονται' περισσότερο για την ασυμφωνία με την υπόθεση της ανεξαρτησίας που εξετάζεται. Τα τυποποιημένα υπόλοιπα με απόλυτη τιμή που ξεπερνά την τιμή 2, σε πίνακες με λίγα κελιά, ή την τιμή 3, σε πίνακες με πολλά κελιά, είναι ενδεικτικά σημαντικής επίδρασης στην απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης (Sharpe, 2015). Συνεπώς, τα Ορθόπτερα κατά την προ-αναπαραγωγική περίοδο, είναι λιγότερα από το αναμενόμενο λόγω τυχαιότητας, καθώς εμφανίζουν ένα ιδιαίτερα χαμηλό τυποποιημένο υπόλοιπο (Std. Res. = -5,14), ενώ τα Ορθόπτερα στην κύρια φάση της αναπαραγωγής

εμφανίζονται περισσότερα από το αναμενόμενο (Std. Res. = 3,31). Αντίθετα, τα Formicidae και τα Υπόλοιπα εμφανίζουν υψηλό θετικό υπόλοιπο (4,63 και 4,05 αντίστοιχα) κατά την προ-αναπαραγωγική περίοδο, συνεπώς εντοπίστηκαν περισσότερο από το αναμενόμενο. Τέλος, στατιστικώς σημαντικά χαμηλό υπόλοιπο εμφανίζουν τα Formicidae στο διάστημα μετά την αναπαραγωγή (Std. Res. = -2,33) και τα Υπόλοιπα κατά την κύρια φάση της αναπαραγωγής (Std. Res. = -2,60).

Πίνακας 19. Αποτελέσματα ελέγχου χ^2 για την ανεξαρτησία.

		Orthoptera	Coleoptera	Formicidae	Other
Προ-αναπαραγωγική	χ^2	26,45	1,09	21,45	16,42
	Std. Residual	-5,14	1,05	4,63	4,05
Αναπαραγωγική	χ^2	10,94	1,22	3,96	6,75
	Std. Residual	3,31	-1,10	-1,99	-2,60
Μετα-αναπαραγωγική	χ^2	0,63	0,29	5,43	0,41
	Std. Residual	0,79	0,54	-2,33	-0,64
$\chi^2 = 95,041$		d.f. = 6		$p < 0,0001$	

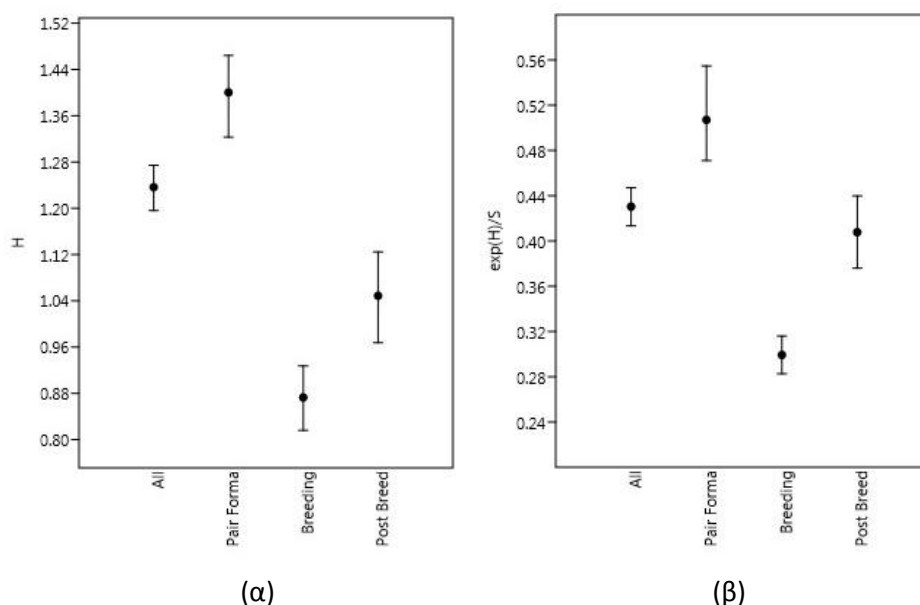
4.3.5 Δείκτες ποικιλότητας

Για τον προσδιορισμό του πλάτους οικοθέσης (niche breadth) του Κιρκινεξιού, υπολογίστηκε ο δείκτης ποικιλότητας Shannon (H), ο δείκτης ομοιομορφίας κατανομής ($J=H/H_{\max}$), καθώς και ο δείκτης Levins (B) και η τυποποιημένη μορφή του (B_A), περιλαμβάνοντας τις κύριες διατροφικές κατηγορίες του πουλιού, για τα τρία διαστήματα της αναπαραγωγικής περιόδου του. Τα αποτελέσματα του υπολογισμού των δεικτών παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 20).

Πίνακας 20. Δείκτες ποικιλότητας για τις κατηγορίες λείας που βρέθηκαν στα pellets, κατά τις τρεις φάσεις της αναπαραγωγικής περιόδου του Κιρκινεξιού.

	H	J	B	B_A
Προ-αναπαραγωγική	1,40	0,67	3,23	0,32
Αναπαραγωγική	0,87	0,42	1,87	0,12
Μετα-αναπαραγωγική	1,05	0,54	2,37	0,23
Συνολικός δείκτης	1,24	0,59	2,73	0,25

Ο δείκτης Shannon εμφανίζεται υψηλότερος στο διάστημα πριν την αναπαραγωγή ($H=1,40$), οπότε και η ομοιομορφία της κατανομής είναι υψηλότερη ($J=0,67$). Αντίστοιχα υψηλότερος πριν την αναπαραγωγή είναι και ο δείκτης Levins ($B=3,23$), καθώς και η τυποποιημένη μορφή του ($B_A=0,32$). Καταδεικνύεται συνεπώς μεγαλύτερη ποικιλότητα και μεγαλύτερη ομοιομορφία στη διατροφή του Κιρκινεζιού πριν την αναπαραγωγή (δείκτες H, J), αλλά και ευρύτερη τροφική οικοθέση-generalist (δείκτης B) σε σχέση με τις υπόλοιπες περιόδους. Από την άλλη, κατά την κύρια φάση της αναπαραγωγής εμφανίζονται οι μικρότεροι δείκτες ποικιλότητας και εύρους διατροφικής οικοθέσης ($H=0,87$, $B=1,87$), καθώς και η μικρότερη ομοιομορφία ($J=0,42$), συνεπώς την περίοδο αυτή η διατροφή του Κιρκινεζιού φαίνεται να περιορίζεται σε ποικιλία και κάποιες διατροφικές κατηγορίες να υπερέχουν σε αφθονία έναντι άλλων, περιορίζοντας με αυτόν τον τρόπο την ομοιομορφία της κατανομής. Μάλιστα, ο τυποποιημένος δείκτης Levins είναι κοντά στο 0 ($B_A=0,12$), άρα την περίοδο αυτή η οικοθέση του πουλιού όσον αφορά τη διατροφή, γίνεται πιο στενή-specialist. Οι δείκτες στο διάστημα μετά την αναπαραγωγή, αλλά και οι συνολικοί δείκτες της περιόδου υπολογίστηκαν σε ενδιάμεσες τιμές. Στο **Γράφημα 42**, απεικονίζονται οι επιμέρους δείκτες Shannon (H) για τα τρία διαστήματα της αναπαραγωγικής περιόδου του Κιρκινεζιού (α), όσον αφορά τα αποτελέσματα της ανάλυσης pellets, καθώς και ο συνολικός δείκτης Shannon της περιόδου, ενώ παράλληλα απεικονίζονται οι δείκτες ομοιομορφίας κατά Buzas και Gibson ($\text{evenness} = e^H/S$, όπου S ο αριθμός των taxa) (β).



Γράφημα 42. (α) Δείκτες Shannon (H) και (β) $\text{evenness} = e^H/S$, όπου S ο αριθμός των taxa, για τις διατροφικές επιλογές του Κιρκινεζιού κατά την αναπαραγωγική περίοδο, που προκύπτουν από την ανάλυση εμεσμάτων.

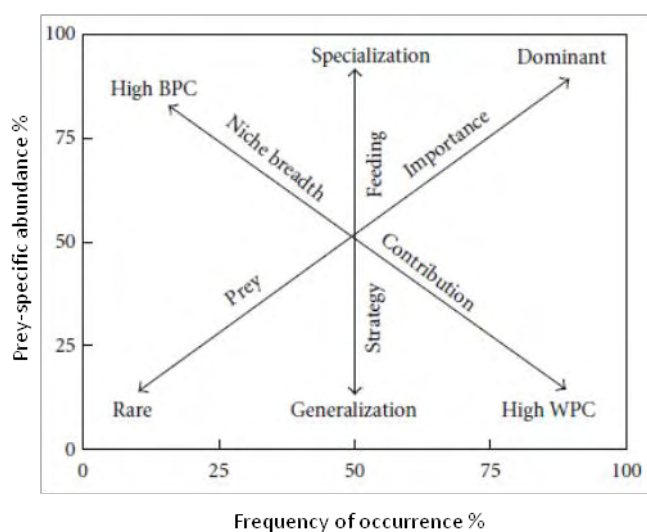
Οι δείκτες Shannon παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους ($p < 0,001$), για όλα τα ζεύγη που ελέγχθηκαν με τροποποιημένο t-τεστ ποικιλότητας. Τα αποτελέσματα των ελέγχων παρουσιάζονται στον Πίνακα 21, όπου αναφέρονται και οι διορθωμένοι δείκτες Shannon που προκύπτουν (Poole, 1974).

Πίνακας 21. T-test ποικιλότητας μεταξύ των δεικτών Shannon για το περιεχόμενο των εμεσμάτων των τριών φάσεων της αναπαραγωγικής περιόδου του Κιρκινεζιού, καθώς και του συνολικού δείκτη Shannon.

	All	Pair Formation			Breeding			Post Breeding		
H	1,2363	1,4002			0,87291			1,0487		
		t	df	p	t	df	p	t	df	p
All		-3,9629	914,30	0,000079829	10,343	2173,6	1,64E-24	4,0870	648,98	0,00004917
Pair Formation					11,349	1240,9	1,79E-28	6,3844	928,63	0,00000000027147
Breeding								-3,4783	882,80	0,00052923

4.3.6 Στρατηγική Διατροφής (Feeding Strategy)

Για την εκτίμηση της διατροφικής στρατηγικής (Feeding Strategy), καθώς και την σημαντικότητα των κατηγοριών λείας του Κιρκινεζιού, εφαρμόστηκε η γραφική ανάλυση του Amundsen στα ευρήματα των pellets (Amundsen, et al., 1996). Απεικονίστηκε γραφικά η σχετική αφθονία λείας στα pellets που περιέχουν κάθε κατηγορία λείας (%P=%prey specific abundance), σε συνάρτηση με την σχετική συχνότητα εμφάνισης (%F=%frequency of occurrence) των διαφορετικών κατηγοριών λείας του Κιρκινεζιού. Η εξέταση της κατανομής των σημείων κατά μήκος των διαγωνίων και των αξόνων των διαγραμμάτων, οδηγεί σε συμπεράσματα, σύμφωνα με το επεξηγηματικό γράφημα του Amundsen (Γράφημα 43).



Γράφημα 43. Διατροφική στρατηγική και σημαντικότητα κατηγοριών λείας, κατά Amundsen *et al.*, (1996).

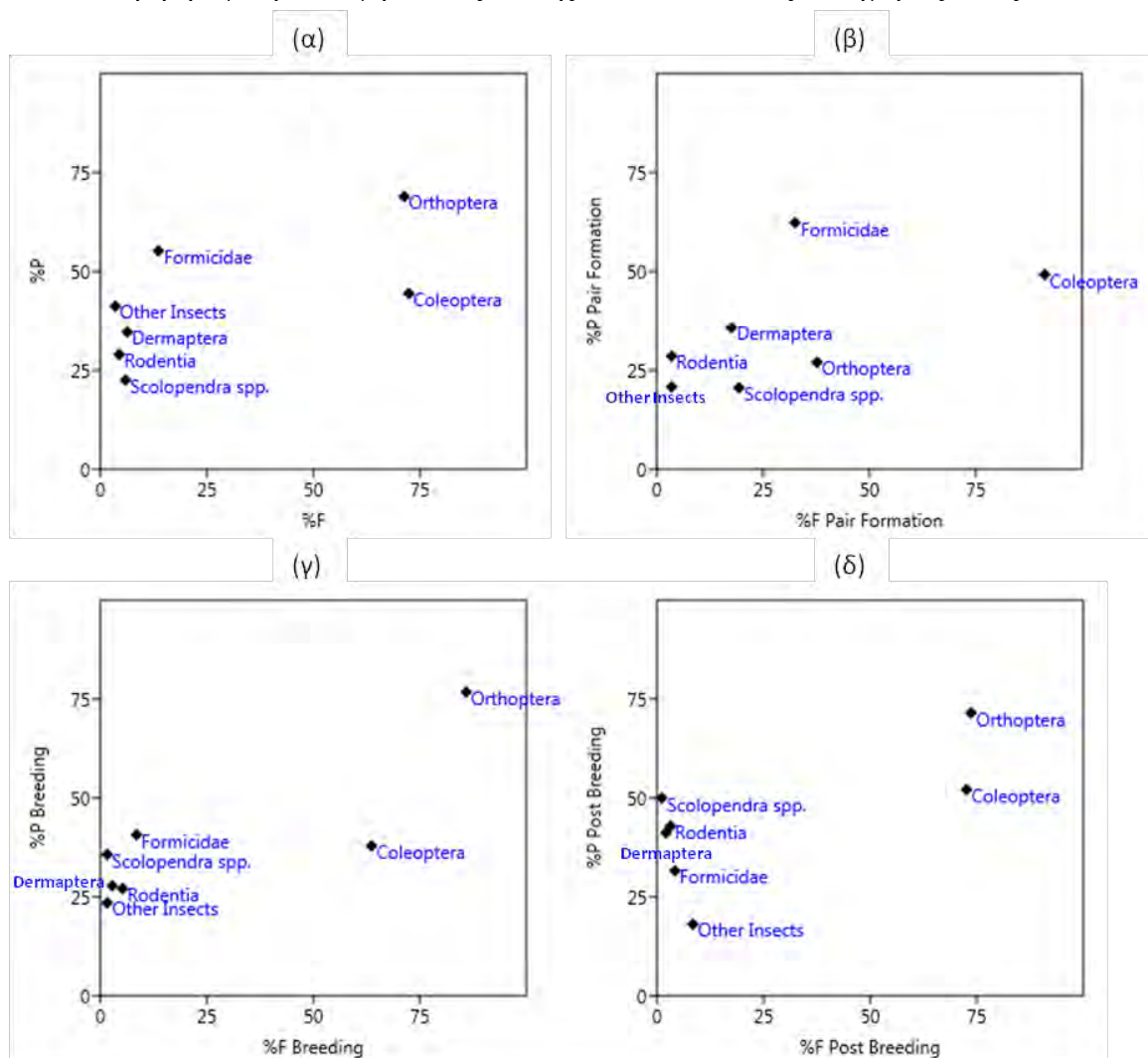
Στα διαγράμματα κατά Amundsen, η σχετική αφθονία κάθε κατηγορίας λείας αυξάνεται κατά μήκος της διαγωνίου από την αριστερή κάτω γωνία προς τη δεξιά άνω γωνία και δίνει μια εκτίμηση της σημαντικότητας της κατηγορίας αυτής στη διατροφή του Κιρκινεζιού. Συνεπώς, στο **Γράφημα 44a** της συνολικής στρατηγικής, φαίνεται πως τα Ορθόπτερα και εν συνεχεία τα Κολεόπτερα, αποτελούν τις κυρίαρχες κατηγορίες λείας, ενώ όλες οι υπόλοιπες κατηγορίες λείας είναι σπανιότερες ή λιγότερο σημαντικές. Η κατανομή των σημείων κατά τον κάθετο άξονα αντιπροσωπεύει το πόσο εξειδικευμένη ή γενικευμένη είναι η διατροφική στρατηγική του πουλιού. Κατ' αυτή την έννοια, στο ίδιο Γράφημα, φαίνεται πως τα Κιρκινέζια εξειδικεύτηκαν στην τροφική κατηγορία των Ορθοπτέρων και λιγότερο των Formicidae, καθώς αυτές καταλαμβάνουν σημεία στο άνω μισό του άξονα, ενώ οι υπόλοιπες τροφικές κατηγορίες αποτελούν πιο ευκαιριακές τροφικές επιλογές του πουλιού. Ωστόσο, όσον αφορά τα Ορθόπτερα, αυτά βρίσκονται στο άνω και δεξιά τεταρτημόριο του διαγράμματος, γεγονός που καταδεικνύει εξειδίκευση όλου του πληθυσμού στη συγκεκριμένη κατηγορία λείας, ενώ τα Formicidae που βρίσκονται στο άνω αριστερά τεταρτημόριο καταδεικνύουν εξειδίκευση στην τροφική αυτή κατηγορία, μεμονωμένων ατόμων μέσα στον πληθυσμό.

Σημεία του διαγράμματος που βρίσκονται στο άνω αριστερά τεταρτημόριο (Formicidae) ή στο κάτω δεξιά τεταρτημόριο (Κολεόπτερα), αντιπροσωπεύουν κατηγορίες λείας που συνολικά συμβάλλουν το ίδιο στη διατροφή του πληθυσμού, ωστόσο είναι ενδεικτικά εντελώς διαφορετικών διατροφικών στρατηγικών των ατόμων. Λεία με υψηλή σχετική αφθονία και χαμηλή συχνότητα εμφάνισης (Formicidae), έχει καταναλωθεί από λίγα άτομα, τα οποία εμφανίζουν εξειδίκευση στη συγκεκριμένη κατηγορία λείας, ενώ λεία με χαμηλή σχετική αφθονία αλλά υψηλή συχνότητα εμφάνισης (Κολεόπτερα), καταναλώνεται περιστασιακά από τα περισσότερα άτομα του πληθυσμού. Οι διαφορές αυτές σχετίζονται με τον άξονα της συμβολής του φαινοτύπου στο εύρος της διατροφικής οικοθέσης του πουλιού. Η έννοια της διαγωνίου που ξεκινά στην άνω αριστερή γωνία του διαγράμματος και καταλήγει στην κάτω δεξιά γωνία, αποτελεί μέτρο του εύρους οικοθέσης, με τη συμβολή των δια-φαινοτυπικών και ενδο-φαινοτυπικών διαφορών. Μεγάλη δια-φαινοτυπική συμβολή (high between-phenotype component, high BPC), αντικατοπτρίζει πληθυσμό, στον οποίο τα διαφορετικά άτομα εξειδικεύονται σε διαφορετικούς τύπους λείας, ενώ μεγάλη ενδο-φαινοτυπική συμβολή (high within-phenotype component, high WPC), αντικατοπτρίζει πληθυσμό, στον οποίο τα περισσότερα άτομα χρησιμοποιούν πολλούς τύπους λείας ταυτόχρονα.

Παρόμοιο με το συνολικό διαγράμματα πρότυπο, παρουσιάζουν τα διαγράμματα που αφορούν την κύρια αναπαραγωγική φάση και την περίοδο μετά την αναπαραγωγή (**Γράφημα**

44γ και 44δ). Στα δύο αυτά διαστήματα, τα Ορθόπτερα αποτελούν κυρίαρχη και σημαντικότερη τροφική κατηγορία, ωστόσο στο διάστημα μετά την αναπαραγωγή, τα Κολεόπτερα καταλαμβάνουν θέση αυξημένης σημαντικότητας και εξειδίκευσης στη διατροφή του πουλιού. Τα Formicidae στις δύο αυτές περιόδους εμφανίζουν μειωμένη σχετική αφθονία και συχνότητα εμφάνισης, με συνέπεια να αποτελούν μη σημαντική και μη εξειδικευμένη τροφική κατηγορία σε σχέση με το συνολικό **Γράφημα 44α**. Τέλος, τα *Scolopendra* spp. φαίνεται να αποτελούν εξειδίκευση ορισμένων ατόμων μέσα στον πληθυσμό, κατά την περίοδο μετά την αναπαραγωγή. Τα Κολεόπτερα και στις δύο αυτές περιόδους αποτελούν επιλογή των περισσότερων ατόμων του πληθυσμού. Οι υπόλοιπες τροφικές κατηγορίες παραμένουν μη σημαντικές και σπάνιες επιλογές λείας για το Κιρκινέζι.

Από την άλλη, διαφορετικό πρότυπο εμφανίζεται στο **Γράφημα** που αφορά την προ-αναπαραγωγική περίοδο (**Γράφημα 44β**). Εκεί, καμία τροφική κατηγορία δε βρίσκεται στο άνω δεξιό τεταρτημόριο, συνεπώς ο πληθυσμός φαίνεται να μη δείχνει εξειδίκευση σε κάποια διατροφική κατηγορία, ενώ το εύρος της οικοθέσης του πουλιού είναι αυξημένο. Εξειδίκευση μεμονωμένων ατόμων παρατηρείται όσον αφορά τα Formicidae και γενικευμένη αφθονία όσον αφορά τα Κολεόπτερα. Τα Ορθόπτερα την περίοδο αυτή αποτελούν λιγότερο σημαντική και σπανιότερη τροφική επιλογή, καθώς επίσης και οι υπόλοιπες κατηγορίες λείας.



Γράφημα 44. Σχετική αφθονία λείας, ειδική για κάθε κατηγορία (%P=%prey-specific abundance) σε

5 Συζήτηση

5.1 Αφθονία Κολεοπτέρων, Ορθοπτέρων και γενική αφθονία

Η αγροτική γη, καλύπτοντας περίπου τη μισή χερσαία έκταση της ευρωπαϊκής ηπείρου, αποτελεί το κύριο αναπαραγωγικό ενδιαίτημα για το ¼ της ευρωπαϊκής ορνιθοπανίδας (Schifferli, 2000). Η αύξηση της έντασης των καλλιεργητικών πρακτικών και της αγροτικής διαχείρισης εν γένει τις πρόσφατες δεκαετίες, είχε ένα ισχυρό αντίκτυπο στο αγροτικό τοπίο και επηρέασε δυσμενώς την ποιότητα των αγροτικών ενδιαιτημάτων, κυρίως μειώνοντας τα τροφικά αποθέματα, αλλά και άλλους πόρους για τα πουλιά, όπως τις θέσεις φωλεοποίησης τους. Κατ' αυτόν τον τρόπο επηρεάστηκε η διανομή, διασπορά και πυκνότητα των πουλιών της υπαίθρου, αλλά επίσης η τροφική οικολογία τους, η αναπαραγωγική τους επιτυχία και τελικά η επιβίωσή τους. Τα αγρο-οικοσυστήματα συντηρούν τον μεγαλύτερο αριθμό ειδών πουλιών σε μη ευνοϊκό καθεστώς διατήρησης (Unfavorable Conservation Status) στην Ευρώπη, όπως τα *Otis tarda*, *Tetrax tetrax*, *Pterocles orientalis* και *Falco naumanni*, τα οποία είναι όλα απειλούμενα και μειούμενα είδη της νότιας Ευρώπης, που εξαρτώνται έντονα από τα ενδιαιτήματα αυτά (Franco & Sutherland, 2004a).

Συνοπτικά, ο μετασχηματισμός που επήλθε στο αγροτικό τοπίο της Ευρώπης και ειδικότερα της Μεσογείου και επέφερε την υποβάθμισή του, περιλαμβάνει τα παρακάτω: Οι ξηρικές καλλιέργειες έχουν αντικατασταθεί σε μεγάλο βαθμό από εντατικώς καλλιεργούμενα σιτηρά και ελαιούχους σπόρους, ενώ η ακαλλιέργητη γη και οι αγροαναπαύσεις έχουν μειωθεί σημαντικά. Παράλληλα, η άρδευση και οι εφαρμογές αγροχημικών έχουν αυξηθεί κατακόρυφα. Επιπλέον, η χρήση γεωργικών μηχανημάτων μετέβαλε το μέγεθος των αγροτεμαχίων προς μεγαλύτερα και πιο ομοιόμορφα, με συνέπεια επίσης την εξαφάνιση των ακαλλιέργητων περιθωρίων των χωραφιών. Τέλος, πολλές καλλιεργούμενες κατά το παρελθόν περιοχές έχουν εγκαταλειφθεί, οπότε αποικίζονται προοδευτικά από φυσική βλάστηση, κυρίως θαμνώδη (Tella, et al., 1998).

Το παρόν πείραμα επιχείρησε να καλύψει δειγματοληπτικά κάποιες από τις κύριες χρήσεις γης στην περιοχή έρευνας, η οποία αποτελεί τον πυρήνα τροφοληπτικής συμπεριφοράς του Κιρκινεζιού των παρακείμενων αποικιών, κατά την περίοδο αναπαραγωγής του. Οι τύποι καλλιεργειών που ελέγχθηκαν ως προς την αφθονία, τον πλούτο και την ποικιλότητα της πανίδας τους, δηλαδή τη διαθεσιμότητα τροφής για το Κιρκινέζι, ήταν τα βαμβάκια και τα καλαμπόκια, ενώ παράλληλα η μελέτη περιλάμβανε χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια, αγροαναπαύσεις και βοσκοτόπους σε μια κοινή κατηγορία, κυρίως λόγω σπανιότητάς τους. Οι καλλιέργειες βαμβακιού και καλαμποκιού καταλαμβάνουν σημαντική έκταση στην περιοχή και είναι εαρινές-θερινές εντατικές και αρδευόμενες καλλιέργειες, με σημαντικές εισροές χημικών λιπασμάτων και γεωργικών

φαρμάκων. Σπέρνονται κατά τον Απρίλιο, οπότε τα Κιρκινέζια βρίσκονται στην αρχή της αναπαραγωγικής περιόδου τους, αναπτύσσονται κατά τους επόμενους μήνες και συγκομίζονται αργότερα στην περίοδο. Το βαμβάκι φτάνει σε ύψος τα 80-90cm και μέτρια φυτική κάλυψη του χωραφιού, ενώ το καλαμπόκι ήδη από τον 2^ο μήνα της αύξησής του φτάνει σε ύψος πάνω από 1m, αγγίζει τα 2m στην πλήρη ανάπτυξή του και σχηματίζει ιδιαίτερα πυκνή φυτοκάλυψη.

Κατά την 1^η δειγματοληψία του πειράματος, τα βαμβάκια είχαν μόλις σπαρθεί, δηλαδή τα χωράφια ήταν οργωμένα και γυμνά από εδαφοκάλυψη. Αντίστοιχα, τα καλαμπόκια βρίσκονταν σε αρχική φύτρωση και ύψος περίπου 10cm, συνεπώς τα χωράφια ήταν ελάχιστα καλυμμένα με φυτά. Κατά τη 2^η δειγματοληψία, τα βαμβάκια είχαν μικρό ύψος, 15cm περίπου και μικρή εδαφοκάλυψη, ενώ τα καλαμπόκια έφταναν ήδη τα 70-90cm και πυκνή φυτική κάλυψη των χωραφιών. Οι περισσότερες καλλιέργειες καλαμποκιού δε, είχαν ύψος και πυκνότητα φυτών απαγορευτικά για την πραγματοποίηση δειγματοληψίας. Κατά την 3^η δειγματοληψία, τα βαμβάκια βρίσκονταν σε άνθηση, έφταναν τα 60-70cm ύψος και η εδαφική κάλυψη των χωραφιών ήταν μέτρια, ενώ το μεγάλο ύψος των καλαμποκιών και η μεγάλη πυκνότητά τους δεν επέτρεπαν την πραγματοποίηση δειγματοληψιών σε αυτά. Από την άλλη, τα χέρσα/ακαλλιέργητα/αγροαναπαύσεις περιλάμβαναν μικρά συνήθως τμήματα γης, με ποικίλη φαινολογία, ποικιλία στο ύψος φυτών και τη σύνθεση των φυτικών ειδών, καθώς και μέτρια έως πυκνή φυτοκάλυψη, σχηματίζοντας νησίδες ημι-φυσικών αγρο-οικοσυστημάτων μεταξύ των καλλιεργειών και αποτελώντας μία ενιαία, αλλά σαφώς ετερογενή κατηγορία ενδιαιτημάτων.

Η συλλογή ζώων με παγίδες παρεμβολής είχε ως στόχο εδαφικά μακρο-Αρθρόποδα και δεν αφορούσε ούτε ήταν κατάλληλη μέθοδος σύλληψης άλλων ομάδων ζώων, π.χ. ιπτάμενων. Ωστόσο, μη εδαφικά taxa που συνελήφθηκαν, αποτέλεσαν ένδειξη της γενικότερης πανδικής ποικιλότητας του οικοσυστήματος. Η ταυτοποίηση και συστηματική κατάταξη των συλληφθέντων ατόμων έγινε σε επίπεδο οικογένειας για τα Κολεόπτερα και Ορθόπτερα και τάξης ή φύλου για τους υπόλοιπους οργανισμούς. Η διάκριση αυτή σε κατηγορίες ανώτερες του είδους έχει χρησιμοποιηθεί επιτυχώς και προτείνεται για μελέτες βιοποικιλότητας τοπικής κλίμακας (Biaggini, et al., 2007), ενώ η συγκεκριμένη εργασία ερευνά την βιοποικιλότητα από την πλευρά της αφθονίας και διαθεσιμότητας τροφής για το Κιρκινέζι, οπότε η κατηγοριοποίηση των τύπων λείας του πουλιού, αντικατοπτρίζεται και στην αντιμετώπιση των ευρημάτων των παγίδων παρεμβολής.

Ο συνολικός αριθμός ατόμων που συλλέχθηκαν με παγίδες παρεμβολής αυξήθηκε προοδευτικά από την 1^η προς την 3^η δειγματοληψία, παρουσιάζοντας υπερδιπλασιασμό κατά την τελευταία, παρότι ο αριθμός των χωραφιών που μελετήθηκαν μειώθηκε ελαφρά. Η

προοδευτική αυτή αύξηση της εδαφοπανιδικής αφθονίας αιτιολογείται αν ληφθεί υπόψη το γεγονός πως τα βαμβάκια και καλαμπόκια της 1^{ης} δειγματοληψίας ήταν ουσιαστικά πρόσφατα οργωμένα και σπαρμένα χωράφια, ή χωράφια με φυτάρια μικρού μεγέθους, σχεδόν γυμνά από φυτοκάλυψη. Ακόμα και στη 2^η δειγματοληψία, τα βαμβάκια είχαν ύψος μόλις 10-20cm και η φυτοκάλυψη του χωραφιού ήταν μικρή. Άρα, η εδαφοκοινότητα των χωραφιών αυτών βρισκόταν υπό διαμόρφωση, μετά το ισχυρό στρες και τη θνησιμότητα που προκλήθηκε από τις καλλιεργητικές εργασίες του οργώματος, της προετοιμασίας του χωραφιού και της εφαρμογής αγροχημικών προ και στα αρχικά στάδια της καλλιέργειας. Συνεπώς, ήταν αναμενόμενη η μειωμένη αφθονία εδαφοπανίδας την περίοδο αυτή. Αντίθετα, στην 3^η δειγματοληψία, τα βαμβάκια έφθαναν πλέον τα 60-70cm και η εδαφοκάλυψη ήταν μέτρια, επομένως η δομή της βλάστησης ευνοούσε την ανάπτυξη πλουσιότερης εδαφοπανίδας στα χωράφια αυτά. Τα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια παρουσίαζαν πιο ομοιόμορφη εικόνα στις τρεις δειγματοληψίες, με αλλαγές στη φαινολογία των αυτοφυών φυτών που διένυαν το βιολογικό τους κύκλο (βλάστηση-άνθιση-καρποφορία) και επιπλέον τα φυτικά είδη εναλλάσσονταν. Παρ' όλα αυτά και σε αυτά τα χωράφια υπήρξε επιμέρους αύξηση των συλληφθέντων ατόμων με παγίδες παρεμβολής, παρά τη σταδιακή μικρή μείωση του αριθμού των υπό μελέτη χωραφιών.

Τα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια παρουσίασαν τη μεγαλύτερη συνολική αφθονία ατόμων εδαφοπανίδας, καθώς και τον μεγαλύτερο πλούτο ζωικών taxa και τη μεγαλύτερη αφθονία ανά taxon, ενώ τα χωράφια με βαμβάκι εμφάνισαν μικρότερη ζωική αφθονία παρά την αριθμητική υπεροχή τους έναντι των χέρσων. Η συντήρηση πλουσιότερης βιοποικιλότητας στις ημι-φυσικές νησίδες του αγροτικού τοπίου, σε σχέση με τις εντατικές, διαρκώς μεταβαλλόμενες καλλιέργειες αποδεικνύεται σε πληθώρα ερευνών (Thomas & Marshall, 1999; Duelli & Obrist, 2003) και επιδρά ευεργετικά στη διατήρηση τροφικών αποθεμάτων για τα αρπακτικά πτηνά της υπαίθρου (Donazar, et al., 1997). Ακόμα και στην περίπτωση που ένας θηρευτής δεν ευνοείται από τη δομή της βλάστησης στην προσέγγιση της λείας σε αυτά τα συστήματα, αυτά λειτουργούν ως καταφύγια λείας, από όπου τα Αρθρόποδα ή τα μικρά Θηλαστικά διασπείρονται στις γειτονικές καλλιέργειες. Οι Catry *et al.* (2012) προτείνουν πως περιμετρικά των αποικιών Κιρκινεζιού θα έπρεπε ιδανικά να υπάρχουν μόνο χέρσα/αγροαναπαύσεις και ακαλλιέργητες εκτάσεις ήπια βοσκούμενες.

Η μικρότερη συνολική αφθονία εδαφοπανίδας στα βαμβάκια και καλαμπόκια σε σχέση με τα χέρσα/ακαλλιέργητα/αγροαναπαύσεις ήταν αναμενόμενη, καθώς στην 1^η και λιγότερο στη 2^η δειγματοληψία τα εδάφη των χωραφιών αυτών είχαν υποστεί έντονη μηχανική διατάραξη και τα Αρθρόποδα είχαν καταπονηθεί επίσης από τις εφαρμογές φυτοφαρμάκων. Το πρότυπο αφθονίας των Κολεοπτέρων που συλλέχθηκαν, συμφωνεί με το

πρότυπο της συνολικής αφθονίας: η μεγαλύτερη συνολική αφθονία Κολεοπτέρων καταμετράται στα χέρσα χωράφια και η μικρότερη στις εντατικές καλλιέργειες. Επιπρόσθετα, στα βαμβάκια η αφθονία Κολεοπτέρων αυξάνεται προοδευτικά από την 1^η στην 3^η δειγματοληψία. Αυτή η σταδιακή αύξηση της αφθονίας Κολεοπτέρων θα μπορούσε να αποδοθεί ενδεχομένως στους επιμέρους βιολογικούς κύκλους τους και τα φαινολογικά τους στάδια, ωστόσο είναι πιθανότερο να ευθύνονται για αυτή η φαινολογία των καλλιεργειών και οι διαχειριστικές πρακτικές. Άλλωστε, ανάλογη διαφοροποίηση στη συνολική αφθονία Κολεοπτέρων δεν παρατηρήθηκε στα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια, στα οποία η αφθονία Κολεοπτέρων δε διέφερε σημαντικά μεταξύ των τριών δειγματοληψιών και μάλιστα η μεγαλύτερη αφθονία εμφανίστηκε κατά τη 2^η δειγματοληψία. Αυτή η ομοιομορφία στην αφθονία Κολεοπτέρων των χέρσων χωραφιών είναι ενδεικτική του ότι οι διακυμάνσεις εδαφοπανίδας στις εντατικές καλλιέργειες σε αντίθεση με τα αδιατάραχτα χωράφια είναι αποτέλεσμα ανθρωπογενούς επίδρασης.

Από την άλλη, τα βαμβάκια και τα χέρσα δε διέφεραν στατιστικώς σημαντικά ως προς την συνολική αφθονία ανά taxon Κολεοπτέρων, ενώ ο μεγαλύτερος πλούτος taxa Κολεοπτέρων σημειώθηκε κατά τη 2^η δειγματοληψία τόσο στα βαμβάκια, όσο και στα χέρσα. Ωστόσο, συνολικά τα χέρσα εμφάνισαν τον μεγαλύτερο πλούτο σε taxa Κολεοπτέρων. Όσον αφορά τους δείκτες ποικιλότητας, στα χέρσα καταγράφεται υψηλός δείκτης επικράτησης και χαμηλοί δείκτες ποικιλότητας Simpson, Shannon και ομοιομορφίας, ενώ αντίθετη τάση εμφανίζεται στους δείκτες ποικιλότητας των βαμβακιών, δηλαδή υψηλότεροι δείκτες ποικιλότητας και ομοιομορφίας και χαμηλότερος δείκτης επικράτησης. Συμπεραίνεται πως η υψηλή αφθονία Κολεοπτέρων στα χέρσα οφείλεται σε λίγα taxa, ενώ οι εντατικές καλλιέργειες εμφανίζουν μεν μικρότερη αφθονία, αλλά σχετικά ικανοποιητική ποικιλότητα πανίδας Κολεοπτέρων.

Συνολικά τα Κολεόπτερα που καταμετρήθηκαν κυριαρχούνται από την οικογένεια Carabidae, η οποία είναι η πλέον άφθονη οικογένεια Κολεοπτέρων και στις τρεις δειγματοληψίες του πειράματος. Τα Carabidae ως η πιο πολυπληθής ομάδα κατεξοχήν εδαφόβιων Κολεοπτέρων (Larsen, et al., 2003), είναι αναμενόμενο να συλλεχθεί σε μεγάλους αριθμούς, ενώ σημαντικές αφθονίες καταγράφηκαν και για τις οικογένειες Anthicidae, Elateridae και Tenebrionidae. Ειδικότερα στα βαμβάκια, η αφθονία των Anthicidae ήταν σημαντικότερη, ενώ χέρσα και καλαμπόκια κυριαρχούνταν σε μεγάλο βαθμό από Carabidae. Τα Carabidae είναι η σημαντικότερη οικογένεια εδαφόβιων, πολυφάγων θηρευτών, ενώ και οι υπόλοιπες πολυπληθείς ομάδες Κολεοπτέρων του πειράματος συναντώνται σε μεγάλους αριθμούς στα μεσογειακά οικοσυστήματα (Trihas & Legakis, 1991).

Όσον αφορά τα Ορθόπτερα που καταμετρήθηκαν με γραμμικές διαδρομές, αλλά και αυτά που συλλέχθηκαν με παγίδες παρεμβολής (πλην των Gryllidae), μόνο τα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια βρέθηκε να διατηρούν πληθυσμούς Ορθοπτέρων σε όλη τη διάρκεια του πειράματος και άρα σε όλη τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου του Κιρκινεζιού. Ορθόπτερα καταμετρώνται και στις τρεις δειγματοληψίες σε χέρσα/ακαλλιέργητα, ενώ απουσιάζουν από τα βαμβάκια κατά τις δύο πρώτες δειγματοληψίες και εμφανίζονται σε μικρούς αριθμούς κατά την 3^η. Η απουσία Ορθοπτέρων από τις καλλιέργειες βαμβακιού, οπωσδήποτε αποδίδεται στη φαινολογία των συγκεκριμένων χωραφιών, με παντελή έως ελάχιστη φυτική κάλυψη στη διάρκεια της περιόδου, γεγονός απαγορευτικό για την ύπαρξη φυτοφάγων Εντόμων όπως τα Ορθόπτερα. Κατά την 3^η δειγματοληψία, οπότε και οι καλλιέργειες έχουν αναπτυχθεί, εμφανίζεται η τάξη των Ορθοπτέρων σε όλους τους τύπους καλλιεργειών του πειράματος.

Τα μεγέθη των Ορθοπτέρων ποικίλουν, ωστόσο συνολικά κυριαρχούν τα μικρά Ορθόπτερα, λιγότερα είναι τα μεσαία και ελάχιστα τα μεγάλα Ορθόπτερα. Επιπλέον, οι πυκνότητες των Ορθοπτέρων είναι σχετικά μικρές, ακόμα και στα χέρσα χωράφια, εκτός από εξαιρέσεις κάποιων χέρσων, όπου καταμετρήθηκαν Ορθόπτερα σε σχετικά ικανοποιητικές πυκνότητες. Ωστόσο, η ετερογένεια των χέρσων/ακαλλιέργητων χωραφιών αντικατοπτρίζεται και στην πυκνότητα Ορθοπτέρων τους, η οποία διαφοροποιείται έντονα ανάμεσα στα χέρσα. Οι διαφορές αυτές αποδίδονται στη διαφορετική δομή και σύνθεση της βλάστησης σε κάθε χέρσο: χωράφια με περισσότερα αγρωστώδη και πυκνή φυτοκάλυψη συντηρούσαν αυξημένους αριθμούς Ορθοπτέρων, σε αντίθεση με άλλα στα οποία κυριαρχούσαν πολυετή, πλατύφυλλα ή ξυλώδη φυτά. Οι φυτικές κοινότητες έχουν σημαντική επίδραση στους πληθυσμούς και την πυκνότητα των Ορθοπτέρων, μια και σχετίζονται με την ποσότητα και ποιότητα τροφής τους (De Wysiecki, et al., 2011). Οι μεγαλύτερες πυκνότητες Ορθοπτέρων σε ημι-φυσικά περιβάλλοντα όπως λιβάδια, αγροαναψύσεις και ακαλλιέργητα περιθώρια, σε σχέση με τους υπόλοιπους τύπους καλλιεργητικών ενδιατημάτων επιβεβαιώνονται από τους Rodriguez και Bustamante (2008), σχετίζοντας επιπλέον θετικά την πυκνότητα Ορθοπτέρων με την βλαστική κάλυψη του χωραφιού και αρνητικά με την αύξηση μεγέθους του.

Η αφθονία κάποιων taxa, σημαντικών για τη διατροφή του Κιρκινεζιού, διαφοροποιείται στα αποτελέσματά μας από τη συνολική εδαφική αφθονία. Η οικογένεια Gryllidae και η τάξη των Δερμαπτέρων σημείωσαν υψηλότερη αριθμητική αφθονία στις καλλιέργειες βαμβακιού από αυτή των χέρσων χωραφιών, η οποία εκτοξεύτηκε κατά την 3^η δειγματοληψία. Συνεπώς, ακόμα και τα οργωμένα και εντατικώς διαχειριζόμενα χωράφια, είναι δυνατόν να συντηρούν πληθυσμούς σημαντικών κατηγοριών λείας για το Κιρκινέζι. Από την άλλη, τα Χειλόποδα εντοπίστηκαν σε μικρούς αριθμούς σε όλους ανεξαιρέτως τους

τύπους καλλιεργειών, αφθονότερα δε βρέθηκαν στα χέρσα χωράφια και στη 2^η δειγματοληψία.

5.2 Αξιολόγηση ενδιαιτημάτων ως προς την διαθεσιμότητα τροφής για το Κιρκινέζι

Η γενική αφθονία και ποικιλότητα ζωικής πανίδας και ειδικότερα η αφθονία Κολεοπτέρων και Ορθοπτέρων, φάνηκε να διαφοροποιείται τόσο ανάμεσα στους τρεις τύπους χωραφιών που εξετάστηκαν, όσο και μεταξύ των τριών δειγματοληπτικών φάσεων του πειράματος. Οι διαφορές στην αφθονία Κολεοπτέρων, αποδείχθηκε ότι σχετίζονται από κοινού με την περίοδο δειγματοληψίας και με τον τύπο καλλιέργειας, ενώ δεν φάνηκε να υπάρχει αλληλεπίδραση αυτών των δύο.

Ως προς την αφθονία Αρθροπόδων, που ενδέχεται να αποτελούν λεία για το Κιρκινέζι, καταλληλότερα κρίνονται τα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια και οι αγροναπαύσεις/βοσκότοποι της περιοχής έρευνας. Τα ενδιαιτήματα αυτά εμφανίζουν την υψηλότερη αφθονία διαθέσιμης τροφής για το πουλί, τόσο σε εδαφικά Κολεόπτερα, όσο και σε Ορθόπτερα, καθ' όλη τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου του. Τα ημι-φυσικά αυτά αγρο-οικοσυστήματα προτιμώνται άλλωστε από το Κιρκινέζι για κυνήγι, όπως υποστηρίζει πληθώρα μελετών (Donazar, et al., 1993; Ursua, et al., 2005; Garcia, et al., 2006). Ωστόσο, σημαντικά μειονεκτήματα του παραπάνω ισχυρισμού είναι η σπανιότητα των ενδιαιτημάτων αυτών και η σημαντική ετερογένειά τους.

Στη Θεσσαλία, αλλά και σε όλη τη Μεσόγειο, η εντατικοποίηση διαχείρισης του αγροτικού τοπίου, οδηγεί σε εξαφάνιση καλλιεργητικά συστήματα που περιλαμβάνουν πολυετείς αμειψισπορές και αγροναπαύσεις, τα οποία με τη σειρά τους θα οδηγούσαν στη διατήρηση ακαλλιέργητων εποχικά εκτάσεων ανάμεσα στις καλλιέργειες. Συνεπώς, δεν είναι δυνατόν από αυτή την άποψη, η επιτυχής διατήρηση του θεσσαλικού πληθυσμού των Κιρκινεζιών να στηριχθεί σε αυτά τα ενδιαιτήματα για τροφοληψία. Επιπλέον, η μεγάλη ετερογένεια που εμφανίζουν τα συστήματα αυτά, όσον αφορά τη δομή της βλάστησης και την πυκνότητά της, πιθανώς καθιστούν κάποια από αυτά τοπικά και χρονικά ακατάλληλα για κυνήγι από το Κιρκινέζι. Επομένως, ίσως μέρος των ενδιαιτημάτων αυτών να κρύβει πλούσια λεία για το αρπακτικό, το οποίο όμως δεν είναι σε θέση να την προσεγγίσει λόγω υψηλής και πυκνής βλάστησης. Παρ' όλα αυτά, τα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια δεν παύουν να αποτελούν σημαντικά ενδιαιτήματα γύρω από τις αποικίες Κιρκινεζιών, λειτουργώντας και ως καταφύγια και δεξαμενές πιθανής λείας για το Κιρκινέζι, από όπου εμπλουτίζονται και οι γύρω καλλιέργειες.

Τα χέρσα φαίνεται να ομαδοποιούνται ως προς την αφθονία και τον πλούτο taxa Κολεοπτέρων, παρουσιάζοντας σαφή διάκριση από τις υπόλοιπες καλλιέργειες, επιβεβαιώνοντας το ρόλο τους ως σταθεροί πυρήνες τροφοδότησης της βιοποικιλότητας στο αγροοικοσύστημα. Οι Weibull και Östman (2003) συμφωνούν πως τα ημι-φυσικά αγροτικά ενδιαιτήματα διαφέρουν περισσότερο σε σύνθεση ειδών από όλες τις καλλιέργειες σε ένα αγροτικό τοπίο. Κρίνοντας την καταλληλότητα των ενδιαιτημάτων τροφοληψίας του Κιρκινεζιού από τα μεγέθη πιθανής λείας που προσφέρει, καθώς το μέγεθος της λείας είναι σημαντικός παράγοντας αναπαραγωγικής επιτυχίας του πουλιού (Rodriguez, et al., 2006), πάλι τα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια διακρίνονται με στατιστικώς σημαντική διαφορά από τις εντατικές καλλιέργειες. Στα χέρσα εμφανίζεται πολύ μεγαλύτερη αφθονία μεγάλων Κολεοπτέρων, κατάλληλων για τροφοληψία από το Κιρκινέζι, αλλά και η μεγαλύτερη αφθονία μεγάλων Ορθοπτέρων.

Μικρότερη διαθεσιμότητα τροφής για το Κιρκινέζι εμφανίζουν οι εντατικές καλλιέργειες της περιοχής έρευνας. Τα βαμβάκια, στις δύο πρώτες δειγματοληψίες εμφανίζουν πολύ χαμηλή αφθονία Κολεοπτέρων, ελάχιστη αφθονία μεγάλων Κολεοπτέρων και παντελή απουσία μη εδαφικών Ορθοπτέρων. Αυτή η χαμηλή διαθεσιμότητα τροφής, που επιβεβαιώνεται από το πείραμά μας, καθιστά τις καλλιέργειες βαμβακιού μη προτιμώμενα ενδιαιτήματα για κυνήγι από το Κιρκινέζι (Sfougaris, et al., 2004; De Frutos, et al., 2010). Ωστόσο, είναι δυνατόν τέτοιες καλλιέργειες να χρησιμοποιούνται περιστασιακά από το πουλί, όταν ευνοείται από την εύκολη πρόσβαση στη λεία λόγω ύψους-δομής βλάστησης, ή λόγω καλλιεργητικών διεργασιών που αποκαλύπτουν τη λεία και διευκολύνουν το κυνήγι (Rodriguez, et al., 2013). Ειδικά τα οργωμένα χωράφια, βρέθηκε ότι επιλέγονταν από το Κιρκινέζι για τροφοληψία, σε συχνότητες παρόμοιες με τα σιτηρά και τα ακαλλιέργητα περιθώρια, καθώς παρείχαν στο πουλί άφθονη λεία, κυρίως Θηλαστικά και κάποια Ασπόνδυλα (Franco & Sutherland, 2004a). Από το παρόν πείραμα, φαίνεται πως παρά τη σημαντική διαταραχή, ή λόγω της σημαντικής διαταραχής που έχουν υποστεί τα χωράφια με βαμβάκι, συντηρούν τη μεγαλύτερη αφθονία σε Γρύλλους και Δερμάπτερα, taxa που αποτελούν τμήμα των διατροφικών επιλογών του Κιρκινεζιού. Στα τελευταία στάδια μάλιστα της ανάπτυξης της καλλιέργειας βαμβακιού, κατά την 3^η δειγματοληψία του πειράματος, η πανιδική αφθονία στα βαμβακοχώραφα αυξήθηκε σημαντικά, καθιστώντας τα πιθανώς κατάλληλα για τροφοληψία από το Κιρκινέζι από άποψη διαθεσιμότητας λείας, αλλά και προσβασιμότητας σε αυτή λόγω του μέτριου ύψους και κάλυψης των φυτών.

Τέλος τα καλαμπόκια, κρίνονται ο πλέον ακατάλληλος τύπος καλλιέργειας για τροφοληψία από το Κιρκινέζι στην περιοχή, λόγω ύψους και πυκνότητας των φυτών από πολύ νωρίς στο βιολογικό τους κύκλο, χαρακτηριστικά που δυσχεραίνουν τους ελιγμούς του

αέριου θηρευτή και προσφέρουν καταφύγιο στη λεία του. Η συνολική διαθεσιμότητα πιθανής λείας στα χωράφια καλαμποκιού κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου του Κιρκινεζιού δεν κατέστη δυνατόν να εκτιμηθεί στην παρούσα εργασία, λόγω έλλειψης στοιχείων. Ήδη από τη 2^η δειγματοληπτική προσπάθεια και οπωσδήποτε κατά την 3^η, το ύψος και η πυκνότητα των φυτών παρεμπόδιζε την είσοδο στο χωράφι με σκοπό την τοποθέτηση παγίδων εδάφους και την πραγματοποίηση γραμμικών διαδρομών. Μόνο νωρίς στην αναπαραγωγική περίοδο του Κιρκινεζιού, όταν τα φυτά είναι χαμηλά και αραιά, είναι δυνατόν να προσφέρεται το συγκεκριμένο ενδιαίτημα για τροφοληψία από το Κιρκινέζι, αν και όπως φάνηκε, η εντατική αυτή καλλιέργεια δε συντηρεί ούτε τότε υψηλή αφθονία εδαφοπανίδας. Οι καλλιέργειες καλαμποκιού είναι από τα ενδιαίτηματα που αποφεύγει το Κιρκινέζι για τροφοληψία (Ursua, et al., 2005), ωστόσο όλοι οι τύποι καλλιεργειών είναι δυνατόν να επιλέγονται για κυνήγι από το Κιρκινέζι, σε ένα τουλάχιστον διάστημα της αναπαραγωγικής περιόδου του, υπό την προϋπόθεση ότι η φαινολογία της καλλιέργειας συνδυάζει διαθεσιμότητα λείας και προσβασιμότητα σε αυτήν από το πουλί (Rodriguez, et al., 2013).

5.3 Διατροφή Κιρκινεζιού κατά την αναπαραγωγική περίοδο στη Θεσσαλία

Οι μελέτες διατροφής είναι σημαντικές για την κατανόηση διαφορετικών πτυχών της οικολογίας των αρπακτικών και τα συμπεράσματά τους είναι εφαρμόσιμα σε διαχειριστικά προγράμματα των πληθυσμών τους (Rodriguez, et al., 2010). Στην παρούσα έρευνα επιβεβαιώνεται ο εντομοφαγικός χαρακτήρας του Κιρκινεζιού, η διατροφή του οποίου, κατά την αναπαραγωγική περίοδο στην περιοχή της Θεσσαλίας, βρέθηκε να αποτελείται από Αρθρόποδα σε ποσοστό 98,9%. Τα μικρά Θηλαστικά και τα υπόλοιπα taxa κατέλαβαν ελάχιστο τμήμα της συνολικής διαίτας του πουλιού, που μελετήθηκε με τη βοήθεια δειγμάτων pellets. Τα υψηλά ποσοστά Αρθροπόδων στη διατροφή του Κιρκινεζιού, διαπιστώνονται σε όλες τις διατροφικές έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί για το είδος. Ενδεικτικά, ο Ortego (2010) αναφέρει σχετικές συχνότητες Αρθροπόδων που βρέθηκαν σε έξι διατροφικές μελέτες Κιρκινεζιού κατά την αναπαραγωγική περίοδο σε Ισπανία και Πορτογαλία και κυμαίνονται από 94,2 έως 99,6%. Η χειμερινή διαίτα του Κιρκινεζιού κυριαρχείται επίσης από Αρθρόποδα, όπως διαπιστώνεται σε δωδεκαετή έρευνα των τροφικών συνηθειών του πουλιού στη Νότιο Αφρική (Kok, et al., 2000).

Τις κύριες κατηγορίες λείας του Κιρκινεζιού αποτέλεσαν τα Ορθόπτερα και τα Κολεόπτερα, και δευτερευόντως η διαίτα περιλάμβανε Μυρμήγκια (οικογένεια Formicidae), Ψαλίδες (τάξη Dermaptera), άλλα Έντομα και άλλα Αρθρόποδα όπως Σκολοπέντρες (γένος

Scolopendra). Τα Ορθόπτερα που εντοπίστηκαν στα εμέσματα ανήκαν κυρίως στις οικογένειες Tettigoniidae και Acrididae, ενώ τα Κολεόπτερα των εμεσμάτων ανήκαν κυρίως στις οικογένειες Carabidae και Scarabaeidae. Τα αποτελέσματα βρίσκονται σε αντιστοιχία με παλαιότερη μελέτη διατροφής του Κιρκινεζιού στην περιοχή της Θεσσαλίας (βλ. Sfougaris, Giannakopoulos, Alivizatos, & Weigelt, 2004). Η εργασία του Ortego (2010) αναφέρει ως κύριες κατηγορίες λείας του Κιρκινεζιού, όπως διαπιστώθηκαν σε μελέτες διατροφής, τα Ορθόπτερα, Κολεόπτερα, Υμενόπτερα, Δερμάπτερα και Αραχνίδια. Τα Αραχνίδια αποτελούν επιπλέον σημαντική κατηγορία λείας για το Κιρκινέζι στις περιοχές διαχείμασής του, όπου εντοπίζονται πολλά υπολείμματα Solifugae στα pellets του (Kok, et al., 2000; Koriij, 2002).

Τα Θηλαστικά αποτέλεσαν πολύ μικρό τμήμα της διατροφής του Κιρκινεζιού σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, με λίγο μεγαλύτερη αφθονία στα εμέσματα της περιόδου εκκόλαψης αυγών και ανατροφής νεοσσών. Τα ευρήματα αυτά συμφωνούν με τις περισσότερες διατροφικές μελέτες για το Κιρκινέζι, ωστόσο ο Perez-Granados (2010) βρήκε σημαντική συνεισφορά των μικρών Θηλαστικών με όρους βιομάζας στη διατροφή των Κιρκινεζιών κατά την αναπαραγωγική περίοδο στην Ισπανία και οι Rodriguez *et al.* (2010) προσδιόρισαν την προσθήκη Θηλαστικών στη δίαιτα του Κιρκινεζιού ως σημαντική κατά τις πρώτες εβδομάδες ανατροφής των νεοσσών.

Στα εμέσματα που αναλύθηκαν στο παρόν πείραμα, δε βρέθηκαν υπολείμματα Αραχνιδίων, παρ' όλο που η διαθεσιμότητά τους στα ενδιαιτήματα τροφοληψίας του Κιρκινεζιού στην περιοχή είναι επαρκής, όπως διαπιστώθηκε από την αφθονία τους στις παγίδες παρεμβολής. Είναι δυνατόν, τα μαλακά σώματα τέτοιων πιθανών θηραμάτων του πουλιού, να χωνεύονται σε μεγάλο βαθμό, ώστε να μην αφήνουν υπολείμματα στα εμέσματα του. Το ίδιο μπορεί να συμβεί και με άλλες τροφικές κατηγορίες ενός αρπακτικού, όπως μαλακά Έντομα, τα οποία καθότι δεν βρίσκονται στα εμέσματα, υποεκτιμώνται στη διατροφική ανάλυση. Αντίθετα, είναι δυνατόν taxa με σκληρό εξωσκελετό, ή οστά και τριχώματα να υπερεκτιμηθούν, καθώς τα υπολείμματά τους αντιπροσωπεύονται έντονα στα εμέσματα. Πρόκειται για μια πιθανή μεροληψία (bias) πολλών διατροφικών αναλύσεων (Pietersen & Symes, 2010).

Εξετάζοντας τα αποτελέσματα της ανάλυσης εμεσμάτων ανά περίοδο, γίνεται φανερό πως κατά την προ-αναπαραγωγική περίοδο, την εποχή σχηματισμού ζευγαριών και ερωτοτροπίας, τα Κιρκινέζια επέλεξαν ως σημαντικότερη κατηγορία λείας τα Κολεόπτερα, τα οποία βρέθηκαν σε μεγαλύτερη αφθονία στα εμέσματα της περιόδου. Η περίοδος αυτή συμπληρώνεται διατροφικά για τα Κιρκινέζια με Formicidae, Δερμάπτερα και το γένος *Scolopendra*. Η σημαντικότητα των Κολεοπτέρων στη διατροφή του Κιρκινεζιού νωρίς την άνοιξη επιβεβαιώνεται και σε άλλες διατροφικές μελέτες (Perez-Granados, 2010), εν μέρει

διότι τα Κολεόπτερα είναι πιο άφθονα την περίοδο αυτή, καθώς τότε εγκαταλείπουν τα περισσότερα τα νυμφικά καταφύγια τους, οπότε γίνονται διαθέσιμα στα αρπακτικά σε μεγάλους αριθμούς. Σημαντική κατηγορία λείας για το Κιρκινέζι κατά την αναπαραγωγική περίοδο, όταν το αρσενικό παρέχει τροφή στο θηλυκό, έχει βρεθεί πως είναι τα Ορθόπτερα του γένους *Gryllotalpa* (Rodriguez, et al., 2010; Catry, et al., 2012b), κάτι που δεν επιβεβαιώνεται στην περιοχή μας, καθώς τα *Gryllotalpa* δε βρέθηκαν σε σημαντική αφθονία ούτε στα εμέσματα της περιόδου, αλλά ούτε βρέθηκαν σε σημαντικούς αριθμούς στο πεδίο, σύμφωνα με τα ευρήματα των παγίδων παρεμβολής.

Στη συνέχεια, κατά την κύρια φάση της αναπαραγωγής, την εποχή επώασης των αυγών και ανατροφής των νεοσσών, τα Κιρκινέζια επιλέγουν να τραφούν κατά κύριο λόγο με Ορθόπτερα, ενώ οι υπόλοιπες κατηγορίες λείας ελαχιστοποιούνται. Στα εμέσματα της περιόδου κυριαρχούν τα Ορθόπτερα της οικογένειας Tettigoniidae. Τα μικρά Θηλαστικά φαίνεται να είναι ελαφρώς σημαντικότερα στη διατροφή του Κιρκινεζιού κατά την κύρια αναπαραγωγική περίοδο. Τέλος, τα Ορθόπτερα υπερέχουν αριθμητικά και στα εμέσματα της περιόδου μετά την αναπαραγωγή, την εποχή διάλυσης των φωλιών και πριν τη φθινοπωρινή μετανάστευση των πουλιών στην Αφρική. Η υψηλή διαθεσιμότητα Ορθοπτέρων και η αυξανόμενη αφθονία τους, όσο προχωρά η αναπαραγωγική περίοδος, τα καθιστά κύρια διατροφική κατηγορία του Κιρκινεζιού, το οποίο επωφελείται επίσης από το αυξημένο μέγεθος των ενήλικων Ορθοπτέρων της άνοιξης και του καλοκαιριού (Rodriguez, et al., 2006; Perez-Granados, 2010; Rodriguez, et al., 2010).

Η στατιστική επεξεργασία των ευρημάτων των εμεσμάτων κατέληξε πως οι διαφορετικές φάσεις της αναπαραγωγικής περιόδου επιδρούν στην επιλογή λείας του Κιρκινεζιού και οι διαφορές στις διατροφικές αυτές επιλογές είναι σημαντικές. Η αναπαραγωγή των αρπακτικών εξαρτάται ισχυρά από τη διαθεσιμότητα τροφής, ειδικότερα τα εντομοφάγα αρπακτικά εξαρτώνται από τους πληθυσμούς Εντόμων και ιδίως τις εξάρσεις τους. Καθώς η αναπαραγωγή απαιτεί ενεργειακά αποθέματα, αυτά τα είδη ίσως προσαρμόζουν την αναπαραγωγική τους φαινολογία για να επωφεληθούν από την κορύφωση στην πυκνότητα των πληθυσμών της λείας τους (Rodriguez, et al., 2010).

Η μεγαλύτερη ποικιλότητα και ομοιομορφία στη διατροφή του Κιρκινεζιού βρέθηκε στην περίοδο πριν την αναπαραγωγή, δηλαδή τότε το είδος επέδειξε την ευρύτερη τροφική οικοθέση, η οποία στενεύει όσο προχωρά η αναπαραγωγική περίοδος και ελαχιστοποιείται κατά την φάση επώασης αυγών και διατροφής νεοσσών. Σε αυτό το κρίσιμο διάστημα, η ποικιλία στη διατροφή του Κιρκινεζιού περιορίζεται, ενώ αυξάνεται η αφθονία συγκεκριμένων τροφικών κατηγοριών, με άλλα λόγια το πουλί δείχνει εξειδίκευση σε κάποιους τύπους λείας έναντι άλλων. Την περίοδο αυτή οι δείκτες ποικιλότητας και

ομοιομορφίας της διατροφής του Κιρκινεζιού σημειώνουν τις χαμηλότερες τιμές. Η μετα-αναπαραγωγική περίοδος χαρακτηρίζεται από ενδιάμεσες τιμές δεικτών διατροφικής ποικιλότητας και ενδιάμεσο εύρος διατροφικής οικοθέσης σε σχέση με τις δύο προηγούμενες περιόδους.

Η ανάλυση της συνολικής διατροφικής στρατηγικής του Κιρκινεζιού κατά τις τρεις φάσεις της αναπαραγωγικής περιόδου του, καταδεικνύει τα Ορθόπτερα και τα Κολεόπτερα ως τις κύριες κατηγορίες λείας του πουλιού στη Θεσσαλία. Ο πληθυσμός Κιρκινεζιών της περιοχής εξειδικεύεται στο σύνολό του στα Ορθόπτερα, κυρίως στην κύρια αναπαραγωγική φάση και μετά από αυτήν, ενώ όλες οι υπόλοιπες τροφικές κατηγορίες αποτελούν περισσότερο ευκαιριακές επιλογές του πουλιού. Μεμονωμένα άτομα του πληθυσμού φαίνεται να εξειδικεύονται στα Formicidae, γεγονός που οφείλεται στην αφθονία τους στα εμέσματα της προ-αναπαραγωγικής περιόδου, ενώ τα Κολεόπτερα καταναλώνονται περιστασιακά από τα περισσότερα άτομα του πληθυσμού, σε όλες τις φάσεις της αναπαραγωγικής περιόδου του Κιρκινεζιού. Την πλέον διαφοροποιημένη εικόνα διατροφικής στρατηγικής, εμφανίζουν τα Κιρκινέζια πριν από την αναπαραγωγή τους, οπότε ο πληθυσμός δε δείχνει εξειδίκευση σε καμία κατηγορία λείας και το εύρος της διατροφικής οικοθέσης του είναι αυξημένο. Αντίθετα, την ισχυρότερη προτίμηση και εξειδίκευση προς μία διατροφική κατηγορία και συγκεκριμένα τα Ορθόπτερα, την εμφανίζει το Κιρκινέζι την περίοδο της επώασης των αυγών του και λίγο αργότερα της ανατροφής των νεοσσών του.

5.4 Διαθεσιμότητα τροφής σε συνδυασμό με τις διατροφικές επιλογές του Κιρκινεζιού

Η γενική πανιδική αφθονία των ενδιαιτημάτων που μελετήθηκαν αυξάνεται προοδευτικά όσο προχωρά η αναπαραγωγική περίοδος του Κιρκινεζιού, γεγονός που συμφωνεί με τη διαπίστωση ότι το Κιρκινέζι αναπαράγεται την πιο ευνοϊκή για αυτό περίοδο, όσον αφορά την αφθονία και διαθεσιμότητα πιθανών κατηγοριών λείας του.

Από τη μελέτη αφθονίας των διαθέσιμων θηραμάτων για το Κιρκινέζι στα ενδιαιτήματα του πειράματος, διαφαίνεται μια τάση για προοδευτική αύξηση των Κολεοπτέρων από την αρχή προς το τέλος της περιόδου, με εξαίρεση τα χέρσα χωράφια της 3^{ης} δειγματοληψίας, όπου τα ήδη αυξημένα Κολεόπτερα παρουσιάζουν μια ελαφρά μείωση. Για τα Ορθόπτερα δε φάνηκε να υπάρχει αντίστοιχη τάση προοδευτικής αύξησης των πληθυσμών τους στις δειγματοληψίες του πειράματος, μάλιστα στα αδιατάρακτα ενδιαιτήματα των χέρσων χωραφιών, οι καταμετρήσεις Ορθοπτέρων παρουσίασαν σχετική σταθερότητα, κατά τις τρεις δειγματοληπτικές φάσεις. Από την άλλη, τα ευρήματα των εμεσμάτων οδηγούν σε διαπιστώσεις για την διατροφική στρατηγική του Κιρκινεζιού σε κάθε

διάστημα της αναπαραγωγικής περιόδου του: μη εξειδικευμένες τροφικές επιλογές, με προτίμηση σε Κολεόπτερα και Formicidae, πριν την αναπαραγωγή και σαφής εξειδίκευση στα Ορθόπτερα όσο προχωρά η αναπαραγωγική περίοδος, κατά την κύρια φάση της και μέχρι το πέρας της.

Άρα, αφενός το Κιρκινέζι είναι θηρευτής που επιλέγει αρκετές διαφορετικές κατηγορίες λείας για να τραφεί και τα θηράματά του είναι κοινά και άφθονα taxa της περιοχής τροφοληψίας του. Τα taxa που βρέθηκαν στη μελέτη διαθεσιμότητας λείας είναι τα ίδια που βρέθηκαν και στα εμέσματα του πουλιού. Μπορεί επομένως εν μέρει να χαρακτηριστεί οπορτουνιστικό είδος (Kok, et al., 2000), καθώς τρέφεται με τοπικά και χρονικά άφθονες κατηγορίες λείας και δεν αποζητά εξεζητημένα θηράματα στην περιοχή του, ενώ εκμεταλλεύεται παροδικές εξάρσεις κάποιου είδους λείας (Symens, 1990; Pietersen & Symes, 2010). Ωστόσο, δε γίνεται σαφές από την έρευνα αυτή αν το Κιρκινέζι επιλέγει και τρέφεται με τον πιο άφθονο τύπο λείας κάθε φορά, όπως ισχυρίζονται αρκετοί συγγραφείς (Kok, et al., 2000), ή εξειδικεύεται σε κάποια διαστήματα της αναπαραγωγικής περιόδου του, σε λιγότερο άφθονα θηράματα, τα οποία καλύπτουν όμως τις ενεργειακές απαιτήσεις της δεδομένης φάσης της αναπαραγωγής. Στα ενδιαίτηματα του πειράματος για παράδειγμα, τα Μυρμήγκια μπορούν να βρεθούν σε αφθονία σε όλη τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου του Κιρκινεζιού, ωστόσο τα ευρήματα των εμεσμάτων μαρτυρούν πως τα Κιρκινέζια τα καταναλώνουν περισσότερο στην αρχή της αναπαραγωγικής περιόδου και τα αποφεύγουν αργότερα. Προφανώς ένα τέτοιο μικρού μεγέθους θήραμα δεν αρκεί για την ενεργειακά απαιτητική φάση της επώασης αυγών και ανατροφής νεοσσών, ενώ μπορεί περιστασιακά να καταναλωθεί σε άλλες περιόδους. Η προτίμηση σε κάποια τροφική κατηγορία σε δεδομένο διάστημα της αναπαραγωγικής περιόδου του Κιρκινεζιού και η εξαφάνιση της ίδιας κατηγορίας από τη διαίτα σε άλλο διάστημα της περιόδου, παρά την αφθονία της στο περιβάλλον έχει παρατηρηθεί και για άλλους τύπους λείας (Rodriguez, et al., 2010).

Οι ενεργειακές απαιτήσεις κάθε διαστήματος της αναπαραγωγικής περιόδου του Κιρκινεζιού καθορίζουν συνεπώς την κατανάλωση από το πουλί διαφορετικών τύπων λείας, ενώ το μέγεθος των επιλεγόμενων θηραμάτων αυξάνεται όσο προχωρά η περίοδος (Rodriguez, et al., 2010). Η ανάλυση εμεσμάτων του πειράματος ταυτίζεται με την παραπάνω άποψη, καθώς αρχικά στην περίοδο το Κιρκινέζι φαίνεται να καταναλώνει διαφορετικά και μικρού μεγέθους θηράματα, όπως Κολεόπτερα, Μυρμήγκια και Δερμάπτερα, ενώ στη συνέχεια της αναπαραγωγικής περιόδου, το πουλί δείχνει σαφή τροφική προτίμηση στα Ορθόπτερα, που πιθανότατα έχουν μεγαλύτερο μέγεθος και το εξυπηρετούν ενεργειακά. Η αύξηση της θερμοκρασίας κατά το τέλος της άνοιξης και την αρχή του καλοκαιριού, επιτρέπει στα Αρθρόποδα να αναπτύσσονται πιο γρήγορα, ώστε μεγαλύτερα άτομα να είναι

διαθέσιμα ως θηράματα για το Κιρκινέζι. Αυτή η καθυστερημένη διαθεσιμότητα λείας μεγαλύτερου μεγέθους, μπορεί να εξηγεί το γεγονός ότι τα Κιρκινέζια δεν ξεκινούν την ωοτοκία παρά τον Απρίλη, παρόλη την πρόωρη άφιξή τους στις αναπαραγωγικές αποικίες αρκετά νωρίτερα (Rodriguez, et al., 2010).

6 Συμπεράσματα

Η διαθεσιμότητα τροφής είναι ίσως ο πιο καθοριστικός παράγοντας ελέγχου για κάθε πληθυσμό πουλιών και η έρευνα επί της διατροφής ενός μειούμενου είδους, όπως το Κιρκινέζι, είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση και προστασία του (Korij, 2002). Καθώς η έλλειψη τροφής σε οποιαδήποτε φάση της αναπαραγωγικής περιόδου μπορεί να κοστίσει στην τελική αναπαραγωγική επιτυχία του είδους, είναι σημαντικό να γνωρίζουμε στοιχεία για την αφθονία και διαθεσιμότητα τροφής γύρω από τις αποικίες, σε κάθε φάση της περιόδου αναπαραγωγής του Κιρκινεζιού. Με τη γνώση αυτή είναι δυνατό να γίνει κατάλληλη διαχείριση στο αγροοικοσύστημα, ώστε να αποφευχθούν δυσχέρειες στην απόκτηση τροφικών πόρων από το πουλί στη διάρκεια της αναπαραγωγής του (Franco & Sutherland, 2004a). Η παρούσα μελέτη είχε ως αντικείμενο την εκτίμηση της αφθονίας τροφής για το Κιρκινέζι σε διαφορετικούς τύπους αγροτικών οικοσυστημάτων της Θεσσαλίας και την ταυτόχρονη ανάλυση των διατροφικών επιλογών του πουλιού στην περιοχή, ώστε να κριθεί η καταλληλότητα ή μη των ενδιαιτημάτων αυτών, για την παροχή τροφικών πόρων στο πουλί, κατά την κρίσιμη αναπαραγωγική περίοδό του.

Τα αποτελέσματα της μελέτης αφθονίας της εδαφοπανίδας (με χρήση pitfall traps) και πανίδας Ορθοπτέρων (με χρήση line transects) σε καλλιέργειες βαμβακιού και καλαμποκιού, οδηγούν στο συμπέρασμα πως αυτά τα εντατικώς διαχειριζόμενα ενδιαιτήματα σε γενικές γραμμές δεν προσφέρουν επαρκή αποθέματα για τροφοληψία από το Κιρκινέζι. Επιπλέον, η δομή της καλλιέργειας, όπως στην περίπτωση του αναπτυγμένου καλαμποκιού, δεν επιτρέπει την πραγματοποίηση ελιγμών θήρευσης στο πουλί. Τα ενδιαιτήματα αυτά είναι πιθανόν να χρησιμοποιούνται για τροφοληψία από το Κιρκινέζι περιστασιακά, όπως για παράδειγμα τα βαμβάκια νωρίς στην περίοδο, κατά την πραγματοποίηση του οργώματος, ή στο τέλος της περιόδου, κατά την πλήρη ανάπτυξή τους. Στην πρώτη περίπτωση, η εργασία του οργώματος είναι πιθανό να αποκαλύπτει την κρυμμένη λεία στο θηρευτή, ενώ κατά την πλήρη ανάπτυξη του το βαμβάκι φάνηκε ότι συντηρεί σχετικά αυξημένη αφθονία Ορθοπτέρων και εδοφόβιων Κολεοπτέρων. Επιπλέον, οι καλλιέργειες βαμβακιού προσφέρουν σε αυξημένη διαθεσιμότητα κάποιες κατηγορίες λείας του Κιρκινεζιού, όπως Γρύλλους και Δερμάπτερα.

Από την άλλη πλευρά, τα χέρσα/ακαλλιέργητα χωράφια, αγραναπαύσεις και βοσκότοποι της περιοχής, διατηρούν μεγαλύτερη αφθονία και ποικιλότητα εδαφοπανίδας και πανίδας Ορθοπτέρων. Συνεπώς, συμβάλλουν στη διαθεσιμότητα λείας για το Κιρκινέζι στην περιοχή, είτε άμεσα ως ενδιαιτήματα τροφοληψίας τα ίδια, είτε, όταν η δομή της βλάστησης δεν επιτρέπει το κυνήγι σε αυτά από το Κιρκινέζι, ως πυρήνες διασποράς της πιθανής λείας στις γύρω καλλιέργειες. Ωστόσο, αυτά τα ενδιαιτήματα καταλαμβάνουν πολύ μικρές εκτάσεις στην περιοχή και έχουν αντικατασταθεί σε μεγάλο βαθμό από πλήρως εντατικοποιημένες

καλλιέργειες. Επομένως, η σπανιότητά τους τα καθιστά ανεπαρκή για την κάλυψη των τροφοληπτικών αναγκών των αναπαραγωγικών αποικιών Κιρκινεζιού της περιοχής.

Τελικά, γίνεται φανερό πως τα συγκεκριμένα ενδαιτήματα δεν επαρκούν για την κάλυψη των διατροφικών αναγκών του Κιρκινεζιού, ωστόσο οι καλλιέργειες αυτές αποτελούν μέρος των χρήσεων γης της περιοχής έρευνας, συνεπώς ίσως άλλοι τύποι ενδαιτημάτων όπως τα σιτηρά και οι καλλιέργειες μηδικής της περιοχής να προτιμώνται από το πουλί για τροφοληψία, εξαιτίας της υψηλότερης διαθεσιμότητας λείας τους. Από την σκοπιά διατήρησης των πληθυσμών Κιρκινεζιού της Θεσσαλίας λοιπόν, οι καλλιέργειες βαμβακιού και καλαμποκιού θα έπρεπε να γίνουν φιλικότερες προς τη βιοποικιλότητα, ή να αντικατασταθούν με λιγότερο εντατικές καλλιέργειες. Η ηπιότερη χρήση αγροχημικών και η διατήρηση ακαλλιέργητων περιθωρίων περιμετρικά των χωραφιών και αθέριστων λωρίδων στο εσωτερικό τους, αποτελούν τρόπους εμπλουτισμού της αφθονίας Αρθροπόδων και άρα της διαθέσιμης λείας για το Κιρκινέζι. Η αύξηση της διαθέσιμης τροφής γύρω από τις αναπαραγωγικές αποικίες μέσω διαχειριστικών μέτρων αποδεδειγμένα συμβάλλει στην αύξηση της αναπαραγωγικής επιτυχίας του είδους (Hiraldo, et al., 1996).

Η οικολογική εντατικοποίηση (Ecological Intensification) της γεωργίας, διατηρώντας και ρυθμίζοντας τις βιοτικές αλληλεπιδράσεις στο εσωτερικό των αγροοικοσυστημάτων και ενισχύοντας τις ποικίλες υπηρεσίες που παρέχονται από αυτά τα οικοσυστήματα, με απώτερο στόχο την αύξηση της αγροτικής παραγωγής με ταυτόχρονη προστασία της βιοποικιλότητας, έχει χαρακτηριστεί η μέγιστη πρόκληση του 21^{ου} αιώνα (Gaba, et al., 2014). Η καλύτερη στρατηγική προστασίας του Κιρκινεζιού, είναι η διατήρηση ενός μωσαϊκού αγροτικού τοπίου, στο οποίο θα συνυπάρχουν εντατικές και ηπιότερες μορφές γεωργίας, μαζί με ακαλλιέργητες νησίδες βλάστησης γύρω από τις αναπαραγωγικές αποικίες του. Η ποικιλότητα του τοπίου συμβάλλει στην ενίσχυση της αφθονίας και ποικιλότητας της πανίδας Αρθροπόδων των αγροοικοσυστημάτων και αυτή με τη σειρά της εφοδιάζει με τροφικούς πόρους το Κιρκινέζι και διασφαλίζει την επιβίωσή του. Την ίδια ώρα, το αρπακτικό αυτό συμβιώνει με τον άνθρωπο και προσφέρει στον αγρότη έλεγχο των βλαβερών για τις καλλιέργειες Εντόμων, όπως τα Ορθόπερα, με απόλυτα φυσικό και αειφορικό τρόπο.

Βιβλιογραφία

- Alcaide, M. et al., 2005. Extra-pair paternity in the Lesser Kestrel *Falco naumanni*: a re-evaluation using microsatellite markers. *Ibis*, 147, pp. 608-611.
- Amundsen, P., Gabler, H. & Staldivik, F. J., 1996. A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data—modification of the Costello (1990) method. *Journal of Fish Biology*, Issue 48, p. 607–614.
- Aparicio, J., 1997. Costs and benefits of surplus offspring in the Lesser Kestrel (*Falco naumanni*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, Volume 41, pp. 129 - 137.
- Aparicio, J. & Bonal, R., 2002. Effects of food supplement and habitat selection on timing of Lesser Kestrel breeding. *Ecology*, Volume 83, pp. 873-877.
- Aparicio, J., Bonal, R. & Munoz, A., 2007. Experimental test on public information use in the colonial Lesser Kestrel. *Ecology and Evolution*, Volume 21, p. 783–800.
- Ausden, M. & Drake, M., 2006. Invertebrates. In: *Ecological census techniques: a handbook*. s.l.:Cambridge University Press, pp. 214-249.
- Belovsky, G. E. & Slade, J. B., 1993. The role of vertebrate and invertebrate predators in a grasshopper community. *Oikos*, Volume 68, pp. 193-201.
- Bensusan, K. J. & Cortés, J. E., 2007. Decline of the Lesser Kestrel (*Falco naumanni*) in Gibraltar: Possible causes, conservation and action plan. *Almoraima*, Volume 35, pp. 185-190.
- Biaggini, M. et al., 2007. The taxonomic level order as a possible tool for rapid assessment of Arthropod diversity in agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Volume 122, p. 183–191.
- BirdLife International and NatureServe, 2014. *Bird species distribution maps of the world*, Cambridge: BirdLife International.
- BirdLife International, 2015. *Species factsheet: Falco naumanni*. Λήψη από: <http://www.birdlife.org> στις 08/09/2015, s.l.: s.n.
- Bonal, R. & Aparicio, J. M., 2008. Evidence of prey depletion around Lesser Kestrel *Falco naumanni* colonies and its short term negative consequences. *Journal of Avian Biology*, Volume 39, pp. 189-197.
- Burel, F. et al., 1998. Comparative biodiversity along a gradient of agricultural landscapes. *Acta Oecologica*, 19(1), pp. 47-60.
- Bustamante, J., 1997. Predictive models for Lesser Kestrel *Falco naumanni* distribution, abundance and extinction in southern Spain. *Biological Conservation*, Volume 80, pp. 153-160.
- Bustamante, J. & Negro, J., 1994. The post-fledging dependence period of the Lesser Kestrel (*Falco naumanni*) in Southwestern Spain. *Journal of Raptor Research*, 28(3), pp. 158-163.
- Bux, M., Giglio, G. & Gustin, M., 2008. Nest box provision for lesser kestrel *Falco naumanni* populations in the Apulia region of southern Italy. *Conservation Evidence*, Volume 5, pp. 58-61.

- Calabuig, G., Ortego, J., Cordero, P. J. & Aparicio, J., 2008. Causes, consequences and mechanisms of breeding dispersal in the colonial Lesser Kestrel, *Falco naumanni*. *Animal Behaviour*, Volume 76, pp. 1989-1996.
- Calabuig, G., Ortego, J., Cordero, P. J. & Aparicio, J., 2010. Colony foundation in the Lesser Kestrel: patterns and consequences of the occupation of empty habitat patches. *Animal Behaviour*, Volume 80, pp. 975-982.
- Catry, I., Alcazar, R., Franco, A. & Sutherland, W., 2009. Identifying the effectiveness and constraints of conservation interventions: A case study of the endangered Lesser Kestrel. *Biological Conservation*, Volume 142, p. 2782–2791.
- Catry, I., Alcazar, R. & Henriques, I., 2007. The role of nest-site provisioning in increasing lesser kestrel *Falco naumanni* numbers in Castro Verde Special Protection Area, southern Portugal. *Conservation Evidence*, Volume 4, pp. 54-57.
- Catry, I., Amano, T., Franco, A. & Sutherland, W., 2012a. Influence of spatial and temporal dynamics of agricultural practices on the Lesser Kestrel. *Journal of Applied Ecology*, Volume 49, p. 99–108.
- Catry, I. et al., 2011. Individual variation in migratory movements and winter behaviour of Iberian Lesser Kestrels *Falco naumanni* revealed by geolocators. *Ibis*, Volume 153, p. 154–164.
- Catry, I., Franco, A. & Moreira, F., 2014. Easy but ephemeral food: exploring the trade-offs of agricultural practices in the foraging decisions of Lesser Kestrels on farmland. *Bird Study*, p. 1–10.
- Catry, I., Franco, A. & Sutherland, W., 2012b. Landscape and weather determinants of prey availability: implications for the Lesser Kestrel *Falco naumanni*. *Ibis*, Volume 154, p. 111–123.
- Chamoglou, M., Papadimitriou, T. & Kagalou, I., 2014. Key-descriptors for the functioning of a mediterranean reservoir: The case of the new lake Karla-Greece. *Environmental Processes*, Volume 1, p. 127–135.
- Clough, Y., Kruess, A. & Tscharntke, T., 2007. Organic versus conventional arable farming systems: Functional grouping helps understand staphylinid response. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Volume 118, p. 285–290.
- De Frutos, A. & Olea, P., 2008. Importance of the premigratory areas for the conservation of Lesser Kestrel: space use and habitat selection during the post-fledging period. *Animal Conservation*, Volume 11, p. 224–233.
- De Frutos, A., Olea, P. & Vera, R., 2007. Analyzing and modelling spatial distribution of summering Lesser Kestrel: The role of spatial autocorrelation. *Ecological Modelling*, Volume 200, pp. 33-44.
- De Frutos, A., Olea, P., Mateo-Tomás, P. & Purroy, F. J., 2010. The role of fallow in habitat use by the Lesser Kestrel during the post-fledging period: inferring potential conservation implications from the abolition of obligatory set-aside. *European Journal of Wildlife Research*, Volume 56, p. 503–511.
- De Wysiecki, M., Arturi, M., Torrusio, S. & Cigliano, M., 2011. Influence of weather variables and plant communities on grasshopper density in the Southern Pampas, Argentina. *Journal of Insect Science*, 11(109), pp. 1-14.

- Di Maggio, R. et al., 2015. Do not disturb the family: roles of colony size and human disturbance in the genetic structure of Lesser Kestrel. *Journal of Zoology*, Volume 295, p. 108–115.
- Donazar, J., Naveso, M., Tella, J. & Campion, D., 1997. Extensive grazing and raptors in Spain. In: *Farming and birds in Europe*. s.l.:Academic Press Ltd., pp. 117-149.
- Donazar, J., Negro, J. & Hiraldo, F., 1992. Functional analysis of mate-feeding in the Lesser Kestrel *Falco naumanni*. *Ornis Scandinavica*, Volume 23, pp. 190-194.
- Donazar, J., Negro, J. & Hiraldo, F., 1993. Foraging habitat selection, land-use changes and population decline in the Lesser Kestrel *Falco naumanni*. *Journal of Applied Ecology*, Volume 30, pp. 515-522.
- Duelli, P. & Obrist, M. K., 2003. Regional biodiversity in an agricultural landscape: the contribution of seminatural habitat islands. *Basic and Applied Ecology*, Volume 4, p. 129–138.
- Duelli, P., Obrist, M. K. & Schmatz, D. R., 1999. Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: above-ground insects. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Volume 74, p. 33–64.
- Farina, A., 1989. Bird community patterns in mediterranean farmlands: A comment. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Volume 27, pp. 177-181.
- Fernandez, J., 2000. Dispersion premigratoria del cernicalo primilla *Falco naumanni* en Espana. *Ardeola*, 47(2), pp. 197-202.
- Foley, J. A. et al., 2005. Global consequences of land use. *Science*, Volume 309, pp. 570-574.
- Forero, M., Tella, J., Donazar, J. & Hiraldo, F., 1996. Can interspecific competition and nest site availability explain the decrease of Lesser Kestrel *Falco naumanni* populations?. *Biological Conservation*, Volume 78, pp. 289-293.
- Franco, A., Catry, I., Sutherland, W. & Palmeirim, J., 2004b. Do different habitat preference survey methods produce the same conservation recommendations for Lesser Kestrels?. *Animal Conservation*, Volume 7, p. 291–300.
- Franco, A., Marques, J. T. & Sutherland, W. J., 2005. Is nest-site availability limiting Lesser Kestrel populations? A multiple scale approach. *Ibis*, Volume 147, pp. 657-666.
- Franco, A. & Sutherland, W. J., 2004a. Modelling the foraging habitat selection of Lesser Kestrels: conservation implications of European Agricultural Policies. *Biological Conservation*, Volume 120, p. 63–74.
- French, B. W. & Elliott, N. C., 1999. Temporal and spatial distribution of ground beetle (Coleoptera:Carabidae) assemblages in grasslands and adjacent wheat fields. *Pedobiologia*, Volume 43, pp. 73-84.
- Gaba, S., Bretagnolle, F., Rigaud, T. & Philippot, L., 2014. Managing biotic interactions for ecological intensification of agroecosystems. *Frontiers in Ecology and Evolution*, Volume 2, pp. 1-9.
- Garcia, J. T. et al., 2006. Foraging activity and use of space by Lesser Kestrel *Falco naumanni* in relation to agrarian management in central Spain. *Bird Conservation International*, Volume 16, p. 83–95.

- Gardiner, T., Hill, J. & Chesmore, D., 2005. Review of the methods frequently used to estimate the abundance of Orthoptera in grassland ecosystems. *Journal of Insect Conservation*, 9(3), pp. 151-173.
- Goulson, D., 2014. Pesticides linked to bird declines. *Nature*, Issue 13642, pp. 1-2.
- Greenslade, P. & Greenslade, P. J. M., 1971. The use of baits and preservatives in pitfall traps. *Journal of the Australian Entomological Society*, Volume 10, pp. 253-260.
- Greenslade, P. J. M., 1964. Pitfall trapping as a method for studying populations of Carabidae (Coleoptera). *Journal of Animal Ecology*, 33(2), pp. 301-310.
- Greenwood, J. J. & Robinson, R. A., 2006. General census methods. In: *Ecological Census Techniques: a handbook*. s.l.:Cambridge University Press, pp. 87-185.
- Gustin, M. et al., 2014. Detected foraging strategies and consequent conservation policies of the Lesser Kestrel *Falco naumanni* in Southern Italy. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*, 4(4), pp. 148-161.
- Haines-Young, R., 2009. Land use and biodiversity relationships. *Land Use Policy*, Volume 26S, p. S178–S186.
- Hallmann, C. A. et al., 2014. Declines in insectivorous birds are associated with high neonicotinoid concentrations. *Nature*, Issue 13531, pp. 1-12.
- Hammer, Ø., 2015. *PAST (version 3.07) reference manual*. s.l.:Natural History Museum, University of Oslo.
- Helbig, A. et al., 1994. Phylogenetic relationships among falcon species (genus *Falco*) according to DNA sequence variation of the cytochrome b gene. *Raptor conservation today*, pp. 593-599.
- Henckel, L. et al., 2015. Organic fields sustain weed metacommunity dynamics in farmland landscapes. *Proceedings Royal Society B*, Volume 282, pp. 1-9.
- Herzon, I. & O'Hara, R., 2007. Effects of landscape complexity on farmland birds in the Baltic States. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Volume 118, p. 297–306.
- Hiraldo, F., Negro, J., Donazar, J. & Gaona, P., 1996. A demographic model for a population of the endangered Lesser Kestrel in southern Spain. *Journal of Applied Ecology*, Volume 33, pp. 1085-1093.
- Holland, J. M. & Reynolds, C. M., 2003. The impact of soil cultivation on arthropod (Coleoptera and Araneae) emergence on arable land. *Pedobiologia*, Volume 47, p. 181–191.
- House, G. & Brust, G., 1989. Ecology of low-input, no-tillage agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Volume 27, pp. 331-345.
- Iñigo, A. & Barov, B., 2010. *Action plan for the Lesser Kestrel Falco naumanni in the European Union*, s.l.: SEO|BirdLife and BirdLife International for the European Commission.
- Isern-Vallverdu, J., Pedrocchi-Renault, C. & Voisin, L.-F., 1993. A comparison of methods for estimating density of Grasshoppers (Insecta:Orthoptera) on alpine pasturelands. *Revue d'écologie alpine*, Volume 2, pp. 73-80.

- Jackson, L. E. et al., 2007. Agrobiodiversity. *Encyclopedia of Biodiversity*, pp. 1-13.
- Jeanneret, P., Pfiffner, L., Pozzi, S. & Walter, T., 2005. Impact of low input meadows on arthropod diversity at habitat and landscape scale. *Grassland Science in Europe*, Volume 9, pp. 237-239.
- Kim, K., 1993. Biodiversity, conservation and inventory: why insects matter. *Biodiversity and Conservation*, Volume 2, pp. 191-214.
- Kok, O. B., Kok, A. C. & Van Ee, C. A., 2000. Diet of the migrant Lesser Kestrels *Falco naumanni* in their winter quarters in South Africa. *Acta Ornithologica*, 35(2), pp. 147-151.
- Kopij, G., 2002. Food of the Lesser Kestrel (*Falco naumanni*) in its winter quarters in South Africa. *Journal of Raptor Research*, 36(2), pp. 148-152.
- Kopij, G., 2007. Seasonal and annual dietary changes in Lesser Kestrels *Falco naumanni* wintering in Lesotho. *Ostrich*, 78(3), p. 615–619.
- Krebs, C., 2014a. Estimating abundance: Line transects and distance methods. In: *Ecological Methodology*. 3rd ed. s.l.:Addison-Wesley Educational Publishers, Inc., pp. 199-232.
- Krebs, C. J., 2014b. Niche Measures and Resource Preferences. In: *Ecological Methodology*. 3rd ed. s.l.:Addison-Wesley Educational Publishers, Inc., pp. 597-653.
- Krebs, J. R., Wilson, J. D., Bradbury, R. B. & Siriwardena, G. M., 1999. The second Silent Spring?. *Nature*, Volume 400, pp. 611-612.
- Krooss, S. & Schaefer, M., 1998. The effect of different farming systems on epigeic arthropods: a five-year study on the rove beetle fauna (Coleoptera: Staphylinidae) of winter wheat. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Volume 69, pp. 121-133.
- Larsen, K. J., Work, T. T. & Purrington, F. F., 2003. Habitat use patterns by ground beetles (Coleoptera: Carabidae) of northeastern Iowa. *Pedobiologia*, Volume 47, p. 288–299.
- Liminana, R., Romero, M., Mellone, U. & Urios, V., 2012. Mapping the migratory routes and wintering areas of Lesser Kestrels *Falco naumanni*: new insights from satellite telemetry. *Ibis*, Volume 154, p. 389–399.
- Liven-Schulman, I., Leshem, Y., Alon, D. & Yom-Tov, Y., 2004. Causes of population declines of the Lesser Kestrel *Falco naumanni* in Israel. *Ibis*, Volume 146, p. 145–152.
- Marini, L., Fontana, P., Scotton, M. & Klimek, S., 2008. Vascular plant and Orthoptera diversity in relation to grassland management and landscape composition in the European Alps. *Journal of Applied Ecology*, Volume 45, p. 361–370.
- Marshall, E. & Moonen, A., 2002. Field margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Volume 89, p. 5–21.
- Marti, C. D., Bechard, M. & Jaksic, F. M., 2007. Food habits.. In: *Raptor research and management techniques*. s.l.:Hancock house publishers, pp. 129-152.
- Maudsley, M. J., 2000. A review of the ecology and conservation of hedgerow invertebrates in Britain. *Journal of Environmental Management*, Volume 60, p. 65–76.

- McLaughlin, A. & Mineau, P., 1995. The impact of agricultural practices on biodiversity. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Volume 55, pp. 201-212.
- Meek, B. et al., 2002. The effect of arable field margin composition on invertebrate biodiversity. *Biological Conservation*, Volume 106, p. 259–271.
- Menalled, F. D., Smith, R. G., Dauer, J. T. & Fox, T. B., 2007. Impact of agricultural management on carabid communities and weed seed predation. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Volume 118, p. 49–54.
- Meunier, F. D., Verheyden, C. & Jouventin, P., 2000. Use of roadsides by diurnal raptors in agricultural landscapes. *Biological Conservation*, Volume 92, pp. 291-298.
- Minias, P., Kaczmarek, K., Piasecka, A. & Kuncewicz, M., 2009. Large roost of Lesser Kestrels in southeastern Albania. *Journal of Raptor Research*, 43(2), pp. 168-169.
- Mougeot, F., 2004. Breeding density, cuckoldry risk and copulation behaviour during the fertile period in raptors: a comparative analysis. *Animal Behaviour*, Volume 67, p. 1067–1076.
- Nagy, A., Solymos, P. & Racz, I., 2007. A test on the effectiveness and selectivity of three sampling methods frequently used in orthopterological field studies. *Entomologica Fennica*, Volume 18, pp. 149-159.
- Negro, J., 1997a. *Falco naumanni* Lesser Kestrel. *Journal of birds of the Western Palearctic*, 1(1), pp. 49-56.
- Negro, J., Hiraldo, F. & Donazar, J., 1997b. Causes of natal dispersal in the Lesser Kestrel: Inbreeding avoidance or resource competition?. *Journal of Animal Ecology*, Volume 66, pp. 640-648.
- Negro, J. J., Donazar, J. A. & Hiraldo, F., 1992. Copulatory behaviour in a colony of lesser kestrels: sperm competition and mixed reproductive strategies. *Animal Behaviour*, Volume 43, pp. 921-930.
- Negro, J. et al., 1996. DNA fingerprinting reveals a low incidence of extra-pair fertilizations in the Lesser Kestrel. *Animal Behaviour*, Volume 51, p. 935–943.
- Neher, D. A., 1999. Soil community composition and ecosystem processes: Comparing agricultural ecosystems with natural ecosystems. *Agroforestry Systems*, Volume 45, p. 159–185.
- Olea, P., 2001. Postfledging dispersal in the endangered Lesser Kestrel *Falco naumanni*. *Bird Study*, Volume 48, p. 110–115.
- Olea, P., Vera, R., De Frutos, A. & Robles, H., 2004. Premigratory communal roosts of the Lesser Kestrel in the boreal summer. *Journal of Raptor Research*, 38(3), pp. 278-282.
- Ortego, J., 2010. Cernicallo primilla-*Falco naumanni*. In: *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Espanoles*. Madrid: Museo Nacional de Ciencias Naturales.
- Ortego, J., Aparicio, J., Munoz, A. & Bonal, R., 2007. Malathion applied at standard rates reduces fledgling condition and adult male survival in a wild Lesser Kestrel population. *Animal Conservation*, Volume 10, p. 312–319.

- Parr, S. et al., 1995. A baseline survey of Lesser Kestrel *Falco naumanni* in central Turkey. *Biological Conservation*, Volume 72, pp. 45-53.
- Parr, S., Naveso, M. & Yazar, M., 1997. Habitat and potential prey surrounding Lesser Kestrel *Falco naumanni* colonies in central Turkey. *Biological Conservation*, Volume 79, pp. 309-312.
- Perez-Granados, C., 2010. Diet of adult Lesser Kestrels *Falco naumanni* during the breeding season in central Spain. *Ardeola*, 57(2), pp. 443-448.
- Perez, I., Noguera, J. & Minguez, E., 2011. Is there enough habitat for reintroduced populations of the Lesser Kestrel? A case study in eastern Spain. *Bird Conservation International*, Volume 21, pp. 228-239.
- Pfiffner, L. & Luka, H., 2003. Effects of low-input farming systems on carabids and epigeal spiders – a paired farm approach. *Basic and Applied Ecology*, Volume 4, p. 117–127.
- Pietersen, D. W. & Symes, C. T., 2010. Assessing the diet of Amur Falcon *Falco amurensis* and Lesser Kestrel *Falco naumanni* using stomach content analysis. *Ostrich*, 81(1), p. 39–44.
- Plexida, S. G., Sfougaris, A. I. & Papadopoulos, N. T., 2012. Quantifying beetle and bird diversity in a Mediterranean mountain agro-ecosystem. *Israel Journal of Ecology and Evolution*, Volume 58, pp. 1-25.
- Prugnolle, F., Pilard, P., Brun, L. & Tavecchia, G., 2003. First-year and adult survival of the endangered Lesser Kestrel *Falco naumanni* in southern France. *Bird Study*, Volume 50, p. 68–72.
- Purtauf, T. et al., 2005. Landscape context of organic and conventional farms: Influences on carabid beetle diversity. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Volume 108, p. 165–174.
- Rodriguez, A., Negro, J., Bustamante, J. & Antolin, J., 2013. Establishing a Lesser Kestrel colony in an urban environment for research purposes. *Journal of Raptor Research*, 47(2), p. 214–218.
- Rodriguez, A., Negro, J., Fox, J. & Afanasyev, V., 2009. Effects of geolocator attachments on breeding parameters of Lesser Kestrels. *Journal of Field Ornithology*, 80(4), p. 399–407.
- Rodriguez, C. & Bustamante, J., 2008. Patterns of Orthoptera abundance and Lesser Kestrel conservation in arable landscapes. *Biodiversity and Conservation*, Volume 17, p. 1753–1764.
- Rodriguez, C. & Bustanante, J., 2003. The effect of weather on lesser kestrel breeding success: can climate change explain historical population declines?. *Journal of Animal Ecology*, Volume 72, p. 793–810.
- Rodriguez, C., Johst, K. & Bustamante, J., 2006. How do crop types influence breeding success in Lesser Kestrels through prey quality and availability? A modelling approach. *Journal of Applied Ecology*, Volume 43, p. 587–597.
- Rodriguez, C., Tapia, L., Kieny, F. & Bustamante, J., 2010. Temporal changes in Lesser Kestrel (*Falco naumanni*) diet during the breeding season in southern Spain. *Journal of Raptor Research*, 44(2), pp. 120-128.

- Rodriguez, C., Tapia, L., Ribeiro, E. & Bustamante, J., 2013. Crop vegetation structure is more important than crop type in determining where Lesser Kestrels forage. *Bird Conservation International*, pp. 1-15.
- Rodriguez, C. & Wiegand, K., 2009. Evaluating the trade-off between machinery efficiency and loss of biodiversity-friendly habitats in arable landscapes: The role of field size. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Volume 129, p. 361–366.
- Sanchez-Zapata, J. et al., 2003. Land use changes and raptor conservation in steppe habitats of Eastern Kazakhstan. *Biological Conservation*, Volume 111, pp. 71-77.
- Sara, M., 2010. Climate and land-use changes as determinants of Lesser Kestrel *Falco naumanni* abundance in mediterranean cereal steppes (Sicily). *Ardeola*, Volume 57, pp. 3-22.
- Sarà, M., Campobello, D., Zanca, L. & Massa, B., 2014. Food for flight: pre-migratory dynamics of the Lesser Kestrel *Falco naumanni*. *Bird Study*, pp. 1-13.
- Schifferli, L., 2000. Changes in agriculture and the status of birds breeding in European farmland. *Ecology and conservation of lowland farmland birds*, pp. 17-25.
- Schmidt, M. H. et al., 2006. Capture efficiency and preservation attributes of different fluids in pitfall traps. *The Journal of Arachnology*, Volume 34, pp. 159-162.
- Serrano, D., Carrete, M. & Tella, J., 2008. Describing dispersal under habitat constraints: A randomization approach in Lesser Kestrels. *Basic and Applied Ecology*, Volume 9, p. 771–778.
- Serrano, D. & Tella, J., 2003a. Dispersal within a spatially structured population of Lesser Kestrels: the role of spatial isolation and conspecific attraction. *Journal of Animal Ecology*, Volume 72, p. 400–410.
- Serrano, D., Tella, J., Donazar, J. & Pomarol, M., 2003b. Social and individual features affecting natal dispersal in the colonial Lesser Kestrel. *Ecology*, 84(11), p. 3044–3054.
- Serrano, D., Tella, J., Forero, M. & Donazar, J., 2001. Factors affecting breeding dispersal in the facultatively colonial Lesser Kestrel: individual experience vs. conspecific cues. *Journal of Animal Ecology*, Volume 70, p. 568–578.
- Sfougaris, A., Giannakopoulos, A., Alivizatos, C. & Weigelt, C., 2004. Conservation of a raptor in an intensively cultivated agroecosystem: the case of Lesser Kestrel (*Falco naumanni*) in Thessaly plain, central Greece. *Proceedings 10th MEDECOS Conference, April 25-May 1, 2004, Rhodes, Greece*.
- Sharpe, D., 2015. Your chi-square test is statistically significant: now what?. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 20(8).
- Siegfried, W. & Skead, D., 1971. Status of the Lesser Kestrel in south Africa. *Ostrich*, Τόμος 42, pp. 1-4.
- Skvarla, M. J., Larson, J. L. & Dowling, A. P. G., 2014. Pitfalls and preservatives: a review. *Journal of the Entomological Society of Ontario*, Volume 145, pp. 15-43.
- Southwood, T. & Henderson, P., 2000. *Ecological methods*. 3η ed. s.l.:Blackwell Science Ltd.

- Sponsel, L. E., 2001. Human impact on biodiversity, overview. *Encyclopedia of Biodiversity*, Volume 3, pp. 395-409.
- Swingland, I. R., 2001. Biodiversity, definition of. *Encyclopedia of Biodiversity*, Volume 1, pp. 377-391.
- Symens, P., 1990. Effects of the mass migration of desert locusts *Schistocerca gregaria* on birds in the Taif area, Saudi Arabia. *Sandgrouse*, Volume 12, pp. 3-7.
- Tella, J. et al., 2000b. Nocturnal activity of Lesser Kestrels under artificial lighting conditions in Seville, Spain. *Journal of Raptor Research*, 34(4), pp. 327-329.
- Tella, J., Donazar, J. & Hiraldo, F., 1996a. Variable expression of sexually mosaic plumage in female Lesser Kestrels. *The Condor*, Volume 98, pp. 643-644.
- Tella, J., Donazar, J., Negro, J. & Hiraldo, F., 1996b. Seasonal and interannual variations in the sex-ratio of Lesser Kestrel *Falco naumanni* broods. *Ibis*, Volume 138, pp. 342-345.
- Tella, J. & Forero, M., 2000a. Farmland habitat selection of wintering Lesser Kestrels in a Spanish pseudosteppe: implications for conservation strategies. *Biodiversity and Conservation*, Volume 9, p. 433-441.
- Tella, J., Forero, M., Hiraldo, F. & Donazar, J., 1998. Conflicts between Lesser Kestrel conservation and european agricultural policies as identified by habitat use analyses. *Conservation Biology*, 12(3), pp. 593-604.
- Tella, J., Hiraldo, F., Donazar-Sancho, J. & Negro, J., 1996c. Costs and benefits of urban nesting in the Lesser Kestrel.. In: *Raptors in Human Landscapes: Adaptation to Built and Cultivated Environments*. s.l.:Academic Press Ltd., pp. 53-60.
- Thomas, C. & Marshall, E., 1999. Arthropod abundance and diversity in differently vegetated margins of arable fields. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Volume 72, pp. 131-144.
- Topping, C. J. & Sunderland, K. D., 1992. Limitations to the use of pitfall traps in ecological studies exemplified by a study of spiders in a field of winter wheat. *Journal of Applied Ecology*, 29(2), pp. 485-491.
- Trihas, A. & Legakis, A., 1991. Phenology and patterns of activity of ground Coleoptera in an insular Mediterranean ecosystem (Cyclades:Greece). *Pedobiologia*, Volume 35, pp. 327-335.
- Ursua, E., Serrano, D. & Tella, J., 2005. Does land irrigation actually reduce foraging habitat for breeding Lesser Kestrels? The role of crop types. *Biological Conservation*, Volume 122, p. 643-648.
- Van Zyl, A. J., 1994. A comparison of the diet of the Common Kestrel *Falco tinnunculus* in South Africa and Europe. *Bird Study*, 41(2), pp. 127-130.
- Vergara, P., Fargallo, J. A. & Martinez-Padilla, J., 2010. Reaching independence: food supply, parent quality, and offspring phenotypic characters in kestrels. *Behavioral Ecology*, Τόμος 21, pp. 507-512.
- Vlachos, C., Bakaloudis, D. & Chatznikos, E., 2004. Status of the Lesser Kestrel *Falco naumanni* in Thessaly, Central Greece. *Raptors Worldwide*, pp. 731-736.

- Ward, P. & Zahavi, A., 1973. The importance of certain assemblages of birds as "information-centres" for food-finding. *Ibis*, Τόμος 115, pp. 517-534.
- Weeks, R. D. & McIntyre, N. E., 1997. A comparison of live versus kill pitfall trapping techniques using various killing agents. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, Volume 82, pp. 267-273.
- Weibull, A. & Östman, Ö., 2003. Species composition in agroecosystems: The effect of landscape, habitat, and farm management. *Basic and Applied Ecology*, Volume 4, p. 349-361.
- Willott, S. J., 1997. Thermoregulation in four species of British grasshoppers (Orthoptera: Acrididae). *Functional Ecology*, Volume 11, p. 705-713.
- Wilson, J. D. et al., 1999. A review of the abundance and diversity of invertebrate and plant foods of granivorous birds in northern Europe in relation to agricultural change. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Volume 75, p. 13-30.
- Wink, M. & Seibold, I., 1996. Molecular phylogeny of mediterranean raptors (families Accipitridae and Falconidae). *Biology and conservation of the Mediterranean raptors*, Volume 1994, pp. 335-344.
- Wink, M. S. I. L. F. & B. W., 1998. Molecular systematics of holarctic raptors (Order Falconiformes). *Holarctic birds of prey*, p. 2948.
- Woodcock, B. A., 2005. Pitfall trapping in ecological studies. In: *Insect sampling in forest ecosystems*. Oxford: Blackwell Science Ltd, pp. 37-57.
- Woodcock, B. et al., 2005. Establishing field margins to promote beetle conservation in arable farms. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Volume 107, p. 255-266.
- Zamora, J., Verdu, J. R. & Galante, E., 2007. Species richness in Mediterranean agroecosystems: Spatial and temporal analysis for biodiversity conservation. *Biological Conservation*, Volume 134, pp. 113-121.
- Βλαχόπουλος, Κ. και συν., 2014. Κατανομή του πληθυσμού και εκτίμηση των περιοχών τροφοληψίας του Κιρκινεζιού (*Falco naumanni*) στον Θεσσαλικό κάμπο. Μυτιλήνη: Ελληνική Οικολογική Εταιρεία.
- ΕΛΣΤΑΤ, 2013. Έρευνα διάρθρωσης γεωργικών και κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων, έτους 2013., Πειραιάς: Ελληνική Στατιστική Αρχή.
- ΙΕΤΕΘ, 2013. Στρατηγικό σχέδιο για την ανάπτυξη του αγροδιατροφικού τομέα στην Περιφέρεια Θεσσαλίας ενόψει της περιόδου 2014-2020., Βόλος: Εθνικό Κέντρο Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης (ΕΚΕΤΑ).
- Λιαρίκος, Κ., Μαραγκού, Π. & Παπαγιάννης, Θ., 2012. Η Ελλάδα τότε και τώρα: Διαχρονική χαρτογράφηση των καλύψεων γης 1987-2007, Αθήνα: WWF Ελλάς.
- Περιφέρεια Θεσσαλίας, 2011. Επιχειρησιακό Σχέδιο "Καλάθι Θεσσαλικών Προϊόντων", σ.λ.: σ.ν.

Παραρτήματα

Παράρτημα Ι. Συντεταγμένες σταθμών δειγματοληψιών του πειράματος.

Αριθμός Δειγματοληψίας	Ημερομηνία	Σταθμός Δειγματοληψίας	Καλλιέργεια	Συντεταγμένες	
1	23/04/14	1	Βαμβάκι	39,423030	22,761000
1	23/04/14	1	Καλαμπόκι	39,420437	22,761586
1	25/04/14	2	Βαμβάκι	39,420960	22,717316
1	25/04/14	2	Χέρσο	39,420756	22,714047
1	23/04/14	3	Βαμβάκι	39,448940	22,752767
1	23/04/14	4	Βαμβάκι	39,433447	22,754153
1	23/04/14	4	Χέρσο	39,434777	22,756271
1	24/04/14	5	Καλαμπόκι	39,474849	22,734816
1	23/04/14	6	Βαμβάκι	39,413540	22,742310
1	25/04/14	7	Καλαμπόκι	39,469254	22,714526
1	24/04/14	8	Βαμβάκι	39,471083	22,741197
1	25/04/14	9	Χέρσο1	39,508908	22,710884
1	25/04/14	9	Χέρσο2	39,510338	22,712938
1	25/04/14	9	Καλαμπόκι	39,502907	22,718758
1	24/04/14	10	Χέρσο	39,474172	22,723619
1	24/04/14	10	Καλαμπόκι	39,479938	22,725000
1	23/04/14	11	Βαμβάκι	39,439643	22,785968
1	23/04/14	11	Χέρσο	39,439115	22,785187
1	24/04/14	13	Βαμβάκι	39,460230	22,781270
1	24/04/14	13	Χέρσο	39,464400	22,791540
1	24/04/14	13	Χέρσο	39,464400	22,791540
1	25/04/14	14	Βαμβάκι	39,476330	22,752780
1	25/04/14	15	Χέρσο	39,471610	22,772140
1	25/04/14	16	Βαμβάκι	39,446954	22,721217
1	25/04/14	16	Χέρσο	39,447122	22,721164
1	24/04/14	17	Χέρσο	39,453900	22,773610
1	24/04/14	17	Χέρσο	39,453900	22,773610
1	24/04/14	18	Βαμβάκι	39,472000	22,762770
1	25/04/14	19	Βαμβάκι 1	39,507270	22,764310
1	25/04/14	19	Βαμβάκι 2	39,507610	22,764180
1	25/04/14	19	Χέρσο	39,511600	22,770260
1	25/04/14	20	Καλαμπόκι	39,451842	22,694957
2	04/06/14	1	Βαμβάκι	39,423030	22,761000
2	04/06/14	2	Βαμβάκι	39,420960	22,717320
2	04/06/14	2	Χέρσο	39,420760	22,714050
2	05/06/14	3	Βαμβάκι	39,448940	22,759770
2	06/06/14	4	Βαμβάκι	39,433560	22,754420
2	05/06/14	5	Βαμβάκι	39,474040	22,735810
2	04/06/14	6	Βαμβάκι	39,413540	22,742310
2	06/06/14	7	Καλαμπόκι1	39,469340	22,714600
2	06/06/14	7	Καλαμπόκι2	39,468830	22,712330
2	05/06/14	8	Βαμβάκι	39,471080	22,741200

2	06/06/14	9	Βαμβάκι	39,510150	22,712820
2	06/06/14	9	Χέρσο1	39,508910	22,710880
2	06/06/14	9	Χέρσο2	39,510340	22,712940
2	05/06/14	10	Βαμβάκι	39,974490	22,723760
2	05/06/14	10	Χέρσο	39,474170	22,723620
2	05/06/14	11	Βαμβάκι	39,439640	22,785970
2	07/06/14	13	Βαμβάκι	39,460230	22,781270
2	07/06/14	13	Χέρσο1	39,464400	22,791540
2	07/06/14	13	Χέρσο2	39,464400	22,791540
2	06/06/14	14	Βαμβάκι	39,476330	22,752780
2	03/06/14	16	Βαμβάκι	39,447270	22,720690
2	03/06/14	16	Χέρσο	39,447120	22,721160
2	07/06/14	17	Βαμβάκι	39,454650	22,775000
2	07/06/14	17	Χέρσο1	39,453950	22,773610
2	07/06/14	17	Χέρσο2	39,453900	22,773610
2	07/06/14	17	Χέρσο3	39,441450	22,784260
2	07/06/14	18	Βαμβάκι	39,472000	22,762770
2	07/06/14	19	Βαμβάκι	39,500100	22,769200
2	07/06/14	19	Χέρσο	39,511600	22,770260
3	10/07/14	1	Βαμβάκι	39,423030	22,761000
3	08/07/14	2	Βαμβάκι	39,420960	22,717320
3	08/07/14	2	Χέρσο	39,420760	22,714050
3	10/07/14	3	Βαμβάκι	39,448940	22,759770
3	10/07/14	4	Βαμβάκι	39,433560	22,754420
3	09/07/14	5	Βαμβάκι	39,475350	22,734780
3	08/07/14	6	Βαμβάκι	39,413540	22,742310
3	08/07/14	7	Βαμβάκι	39,469460	22,714740
3	09/07/14	8	Βαμβάκι	39,471080	22,741200
3	08/07/14	9	Βαμβάκι	39,510150	22,712820
3	08/07/14	9	Χέρσο1	39,508910	22,710880
3	08/07/14	9	Χέρσο2	39,510340	22,712940
3	08/07/14	10	Βαμβάκι	39,974490	22,723760
3	08/07/14	10	Χέρσο	39,474170	22,723620
3	10/07/14	11	Βαμβάκι	39,439640	22,785970
3	09/07/14	13	Βαμβάκι	39,460230	22,781270
3	09/07/14	13	Χέρσο1	39,464400	22,791540
3	09/07/14	13	Χέρσο2	39,464400	22,791540
3	09/07/14	14	Βαμβάκι	39,476330	22,752780
3	10/07/14	15	Βαμβάκι	39,472230	22,772940
3	08/07/14	16	Βαμβάκι	39,446950	22,721220
3	08/07/14	16	Χέρσο	39,447120	22,721160
3	09/07/14	17	Βαμβάκι	39,454650	22,775000
3	09/07/14	17	Χέρσο1	39,453950	22,773610
3	09/07/14	17	Χέρσο2	39,453900	22,773610
3	09/07/14	18	Βαμβάκι	39,472000	22,762770
3	09/07/14	19	Βαμβάκι	39,500100	22,769200
3	09/07/14	19	Χέρσο	39,511600	22,770260

Παράρτημα II. Δειγματοληψίες εμεσμάτων (pellets) κατά την περίοδο πριν την αναπαραγωγή.

Σχηματισμός ζευγαριών-ωοτοκία			
Ημερομηνία	Οικισμός	Τοποθεσία	Αριθμός pellets
2/4/2014	Ριζόμυλος	Κούρνια	14
16/4/2014	Ριζόμυλος	Κούρνια	6
18/4/2014	Ριζόμυλος	Γήπεδο	3
29/4/2014	Ριζόμυλος	Στύλοι-Καλώδια	36
	Στεφανοβίκειο	Στύλοι-Καλώδια	33
1/5/2014	Στεφανοβίκειο	Στύλοι-Καλώδια	13
		Εκκλησία	9
Γενικό άθροισμα			114

Παράρτημα III. Δειγματοληψίες εμεσμάτων (pellets) στη διάρκεια της αναπαραγωγής.

Αναπαραγωγή-επώαση αυγών-ανατροφή νεοσσών			
Ημερομηνία	Οικισμός	Τοποθεσία	Αριθμός pellets
3/6/2014	Ριζόμυλος	Κούρνια	74
4/6/2014	Ριζόμυλος	Κούρνια	35
6/6/2014	Ριζόμυλος	Κούρνια	6
10/6/2014	Βελεστίνο	Αγρόκτημα Π.Θ.	1
11/6/2014	Στεφανοβίκειο	Εκκλησία	10
20/6/2014	Αρμένιο	Αποθήκη Α	48
21/6/2014	Στεφανοβίκειο	Αποθήκη Σ1	8
		Αποθήκη Σ2	3
		Αποθήκη Σ3	2
		Αποθήκη Σ4	21
		Μπαρτζιάλης	40
Γενικό άθροισμα			248

Παράρτημα IV. Δειγματοληψίες εμεσμάτων (pellets) κατά την περίοδο μετά την αναπαραγωγή.

Διάλυση φωλιών-προ μετανάστευση			
Ημερομηνία	Οικισμός	Τοποθεσία	Αριθμός pellets
7/7/2014	Ριζόμυλος	Κούρνια	13
	Στεφανοβίκειο	Αποθήκη Σ5	3
		Μπαρτζιάλης	27
15/9/2014	Ριζόμυλος	Κούρνια	52
Γενικό άθροισμα			95

Παράρτημα V. Κολεόπτερα παγίδων παρεμβολής (σε άτομα/100παγιδοημέρες) ανά taxon και δειγματοληψία.

	1η Δειγματοληψία	2η Δειγματοληψία	3η Δειγματοληψία	Σύνολο
Anthicidae	0,00	794,76	1590,00	2384,76
Buprestidae	0,00	2,86	0,00	2,86
Carabidae	3488,81	3673,74	3438,21	10600,76
Cerambycidae	17,14	12,86	0,00	30,00
Chrysomelidae	0,00	6,67	2,50	9,17
Coccinellidae	43,57	26,86	0,00	70,43
Curculionidae	46,43	44,95	33,93	125,31
Dermestidae	42,86	58,00	261,07	361,93
Elateridae	555,95	946,90	635,71	2138,57
Histeridae	5,71	290,10	201,43	497,24
Hydrophilidae	32,86	9,05	2,50	44,40
Meloidae	2,86	79,52	27,50	109,88
Melyridae	189,29	3,33	0,00	192,62
Scarabaeoidea	97,62	226,67	838,57	1162,86
Scolytidae	14,29	60,95	5,36	80,60
Silphidae	189,05	185,14	8,21	382,40
Staphylinidae	270,24	242,29	187,50	700,02
Tenebrionidae	272,86	982,00	583,57	1838,43
Unidentified Coleoptera	19,29	10,67	45,71	75,67

Παράρτημα VI. Κολεόπτερα παγίδων παρεμβολής (σε άτομα/100παγιδοημέρες) ανά taxon, καλλιέργεια και δειγματοληψία.

Δειγματοληψία	Βαμβάκι				Καλαμπόκι			Χέρσα			
	1 ^η	2 ^η	3 ^η	Σύνολο	1 ^η	2 ^η	Σύνολο	1 ^η	2 ^η	3 ^η	Σύνολο
Anthicidae	0,00	781,43	1483,93	2265,36	0,00	0,00	0,00	0,00	13,33	106,07	119,40
Buprestidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,86	0,00	2,86
Carabidae	105,00	454,12	1092,86	1651,98	71,43	596,00	667,43	3312,38	2623,62	2345,36	8281,36
Cerambycidae	0,00	6,67	0,00	6,67	0,00	0,00	0,00	17,14	6,19	0,00	23,33
Chrysomelidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,67	2,50	9,17
Coccinellidae	6,43	22,86	0,00	29,29	31,43	4,00	35,43	5,71	0,00	0,00	5,71
Curculionidae	15,71	9,52	11,43	36,67	0,00	4,00	4,00	30,71	31,43	22,50	84,64
Dermestidae	8,57	7,33	176,79	192,69	2,86	0,00	2,86	31,43	50,67	84,29	166,38
Elateridae	172,14	539,67	529,64	1241,45	217,14	148,00	365,14	166,67	259,24	106,07	531,98
Histeridae	0,00	207,62	116,07	323,69	0,00	8,00	8,00	5,71	74,48	85,36	165,55
Hydrophilidae	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32,86	9,05	2,50	44,40
Meloidae	2,86	6,19	14,29	23,33	0,00	0,00	0,00	0,00	73,33	13,21	86,55
Melyridae	126,43	3,33	0,00	129,76	54,29	0,00	54,29	8,57	0,00	0,00	8,57
Scarabaeoidea	36,43	12,00	161,07	209,50	2,86	4,00	6,86	58,33	210,67	677,50	946,50
Scolytidae	5,71	57,62	5,36	68,69	8,57	0,00	8,57	0,00	3,33	0,00	3,33
Silphidae	8,57	64,29	8,21	81,07	17,14	12,00	29,14	163,33	108,86	0,00	272,19
Staphylinidae	85,00	160,48	169,29	414,76	114,29	28,00	142,29	70,95	53,81	18,21	142,98
Tenebrionidae	76,43	241,24	316,79	634,45	42,86	68,00	110,86	153,57	672,76	266,79	1093,12
Unidentified Coleoptera	2,86	7,33	0,00	10,19	2,86	0,00	2,86	13,57	3,33	45,71	62,62

Παράρτημα VII. Σχετική αφθονία (%N) και σχετική συχνότητα εμφάνισης (%F) για κάθε taxon που εντοπίστηκε στα εμέσματα Κιρκινεζιών κατά τις τρεις φάσεις (προ-αναπαραγωγική, αναπαραγωγική, μετα-αναπαραγωγική) της περιόδου αναπαραγωγής του πουλιού στην περιοχή έρευνας το 2014.

	Προ-αναπαραγωγική		Αναπαραγωγική		Μετα-αναπαραγωγική		Σύνολο	
	%N	%F	%N	%F	%N	%F	%N	%F
Arthropoda								
Insecta								
Orthoptera								
Acridae	9,0	35,1	5,5	15,7	17,1	37,9	8,8	25,2
Tettigoniidae	0,2	0,9	61,5	76,2	35,0	43,2	40,0	50,5
Gryllidae	0,4	0,9	0,4	2,0	0,0	0,0	0,3	1,3
Gryllotalpidae								
Gryllotalpa spp.	0,7	3,5	1,2	5,2	0,5	1,1	0,9	3,9
Coleoptera								
Carabidae	26,5	71,9	16,6	47,6	22,8	53,7	20,5	54,9
Scarabaeidae	10,5	0,0	3,6	0,0	9,9	27,4	6,7	22,1
Geotrupidae	0,4	1,8	0,5	1,6	0,0	0,0	0,4	1,3
Silphidae	2,2	7,9	1,1	3,2	0,2	1,1	1,2	3,9
Staphylinidae	0,2	0,9	0,3	1,2	0,2	1,1	0,2	1,1
Buprestidae	2,0	8,8	0,4	2,0	0,2	1,1	0,8	3,5
Elateridae	0,5	2,6	0,2	0,8	0,7	3,2	0,4	1,8
Tenebrionidae	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,1	0,0	0,2
Cerambycidae	0,2	0,9	0,0	0,0	0,2	1,1	0,1	0,4
Curculionidae	0,0	0,0	0,4	1,2	0,2	1,1	0,3	0,9
Meloidae	0,2	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Dytiscidae	0,2	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Unidentified	0,7	3,5	1,3	2,8	2,8	4,2	1,5	3,3
Coleoptera								
Hymenoptera								
Formicidae	31,9	32,5	3,9	8,5	1,4	4,2	10,7	13,6
Dermaptera								
Forficulidae	6,5	16,7	0,6	2,0	0,0	0,0	2,0	5,3
Lambeduridae	1,3	6,1	0,3	0,8	1,6	2,1	0,8	2,4
Hemiptera								
Cicadidae	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	6,3	1,1	1,3
Neuroptera	0,4	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4
Diptera	0,5	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4
Lepidoptera	0,0	0,0	0,4	1,6	0,5	2,1	0,3	1,3
Chilopoda								
Scolopendromorpha								
Scolopendridae								
Scolopendra spp.	4,7	19,3	0,4	1,6	0,2	1,1	1,5	5,9
Chordata								
Mammalia								
Rodentia								
Cricetidae								
Microtus spp.	0,4	1,8	0,0	0,0	0,2	1,1	0,1	0,7
Muridae								
Mus spp.	0,2	0,9	0,3	1,2	0,0	0,0	0,2	0,9
Unidentified	0,2	0,9	0,9	4,0	0,5	2,1	0,6	2,8
Rodentia								
Aves								
Passeriformes								
Passeridae								
Passer sp.	0,0	0,0	0,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,2
Mollusca								
Gastropoda	0,4	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2